

2017年9月 第9期

准印证号：粤内登字B第13111号

中兴通讯技术

Z T E T E C H N O L O G I E S

简讯

内部资料 免费交流

06

VIP访谈

GSMA：让5G
惠及全社会



09

视点

让创新成为5G
发展的强劲动力

14

专题：5G承载

5G承载的挑战、架构和关键技术趋势



封面人物：GSMA技术总监Michele Zarri

扫码体验移动阅读

《中兴通讯技术（简讯）》顾问委员会

主 任：陈 杰
副主任：许 明 张建国 朱进云
顾 问：鲍钟峻 陈 坚 崔 丽
方建良 王 翔 杨家虎

《中兴通讯技术（简讯）》编辑委员会

主 任：王 翔
副主任：黄新明
编 委：柏 钢 崔良军 韩 钢
黄新明 衡云军 刘守文
孙继若 王 翔 叶 策
张振朝 周 勇

《中兴通讯技术（简讯）》编辑部

总 编：王 翔
常务副总编：黄新明
编辑部主任：刘 杨
执行主编：方 丽
编 辑：杨 扬
发 行：王萍萍

编辑：《中兴通讯技术（简讯）》编辑部
出版、发行：中兴通讯技术杂志社
发行范围：国内业务相关单位
印数：20000本
地 址：深圳市科技南路55号
邮 编：518057
编辑部电话：0755-26775211
发行部电话：0551-65533356
传 真：0755-26775217
网 址：http://www.zte.com.cn/cn/about/publications

设 计：深圳愿景天下文化传播有限公司
印 刷：深圳市彩美印刷有限公司
出版日期：2017年9月20日



李海龙
中兴通讯承载网ITN产品总经理

5G先锋，承载先行

5G是一个真正意义上的多场景融合网络，它将是未来“万物互联网”的重要基础，支持垂直行业的数字化经济转型。2017年3月，3GPP RAN正式通过5G新空口（NR）标准加速的决议，在R15版本内，将5G NR非独立组网特性提前至2017年12月完成，比原计划提前半年，5G网络的建设步伐在加快。

5G催生了eMBB（增强移动宽带）、uRLLC（超高可靠低时延通信）和mMTC（海量物联网）三大应用场景，这些业务将推动无线网络、核心网和承载网的架构发生变革。5G对承载网提出了更高的要求，包括带宽、时延、灵活连接、可靠性和SDN网络能力等各个方面。当前的承载网架构和技术已经难以适应5G业务的综合承载，承载网络需要进行技术升级和创新。

中兴通讯作为5G承载网解决方案的引领者，在2015年就开始积极跟踪和推进5G承载网络的标准与规范制定，进行5G关键技术的研究攻坚，同时进行相关设备的研制和测试工作。中兴通讯提出创新的5G Flexhaul解决方案，采用FlexE Tunnel技术将FlexE接口技术扩展为端到端网络级技术，采用SR（分段路由）技术和SDN技术实现泛在连接的需求，并提供网络切片、超高精度时间同步等技术，为5G承载提供更优质、更有竞争力的解决方案。

中兴通讯通过不断的技术积累和创新，将为运营商提供一个灵活、可扩展、统一的面向5G前传、中传和回传的承载解决方案，为5G的到来做好准备。

李海龙

CONTENTS 目次

中兴通讯技术（简讯）2017年第9期

VIP访谈

06 GSMA：让5G惠及全社会 / 刘杨

视点

09 让创新成为5G发展的强劲动力 / 柏钢

11 5G新空口技术可大幅改善覆盖性能 / 向际鹰

专题：5G承载

14 5G承载的挑战、架构和关键技术趋势 / 赵福川

16 5G发展对承载网的需求分析 / 张永健

18 面向5G承载的网络切片技术 / 廖国庆，陈捷

21 FlexE技术应用优势 / 赵跃，成剑

23 业界首家5G承载FlexE Tunnel技术验证测试分析 / 张润梅

25 5G承载大连接解决方案：Segment Routing / 詹双平

28 5G传送网规划探讨 / 庞玲

30 5G传送标准进展 / 张源斌，占治国，杨剑

成功故事

32 超高速光传输网助力泰国True业务腾飞 / 王春艳，戴成明

解决方案

34 使能全连接，加速数字化转型
——中兴通讯Cloud ServCore 5G核心网解决方案 / 黄燕，武广维

37 网络切片端到端管理解决方案：CloudStudio（EEO） / 郭益军

40 智能引领未来，中兴通讯ZENIC SDON软件定义光网络解决方案 / 王迎昌

06



28



34

中兴通讯携手中国移动完成业界首个5G承载OTN低时延传输测试

近日，中兴通讯与中国移动研究院合作，成功完成业界首个5G承载网OTN端到端低时延传输测试，为超高可靠超低时延通信（uRLLC）业务的承载带来了新的曙光。

uRLLC是ITU-R确定的5G三大主要应用场景之一，随着智慧医疗、极致工业控制、自动驾驶、触觉互联网、VR沉浸式体验等新型业务的兴起，uRLLC帮助我们节省时间、提高工作效率、提升产品精度、改善沟通交流体验。低时延是5G区别于前几代移动通信的主要特征，但也给承载网尤其是5G前传承载网带来了极大挑战。uRLLC业务要求时延小于1ms，分配给承载网设备的时延非常苛刻，传统的承载设备几十微秒的时延难以满足要求，为5G承载带来了极大挑战。另一方面，5G业务的带宽需求也有着大幅的增长，在C-RAN架构下，一个典型的5G基站的前传带宽达到了3~6路25G，传统的光纤直驱难以满足需求。

作为全球领先的综合通信解决方案提供商，中兴通讯在低时延高可靠性传输方面有着深厚的技术积累。本次测试中，中兴通讯实现将8路25G信号汇聚到一路200G波长中传送，满带宽下所有业务的前传端到端时延为5μs，低于传统设备一个数量级，完全满足5G承载要求；中兴通讯后续还将引入灵活和轻量的FlexO+技术等创新技术，端到端时延有望降到1μs。

中兴通讯专家高音当选3GPP RAN3首位女性副主席

近日，在德国柏林召开的3GPP RAN3 #97会议上，中兴通讯高音女士成功当选新一届3GPP RAN3副主席，并成为RAN3工作组史上首位女性副主席。

中兴通讯无线专家高音具有10年以上3GPP RAN标准制定工作阅历，精通各类高层信令流程，拥有丰富的无线高层架构经验，曾担任UMTS ANR（Rel-10）以及Dual Connectivity in E-UTRAN（Rel-13）的报告人，主导和参与了5G NR等多个课题。

3GPP是全球权威的移动通信系统标准开发组织，制定和发布了移动通信领域的3G UMTS、4G LTE等系列国际标准，目前3GPP计划在2018年6月正式发布Rel-15版本5G标准，其中非独立部署（NSA）架构标准计划在2017年12月

完成。3GPP技术规范工作组（TSG）分为RAN、SA与CT三个工作组，RAN主要负责无线接入网络相关内容，SA主要负责业务和系统概念，CT负责核心网和终端，在RAN所包含的RAN1到RAN6这6个工作组中，RAN3工作组具体负责无线接入网络结构和接口的标准工作。

近年来，中兴通讯在3GPP等5G国际标准领域的影响力持续提升，为制定全球统一的5G标准做出积极贡献。今年3月，在3GPP RAN#75全会上，中兴通讯主导的5G NR核心项目NOMA成功立项，并担任领导席位。上半年，中兴通讯的Sergio Parolari、杨立和曹爱军三人分别当选3GPP RAN2、RAN3、RAN4等三个5G新空口标准主编席位。

中兴通讯面向5G的微波产品受邀参与ONF SDN测试

近期，中兴通讯成功参与ONF（Open Networking Foundation）组织的多厂家无线回传SDN PoC（Proof of Concept）测试。本次测试中兴通讯采用了面向5G的全新平台设备NR8120A，该设备隶属于NR8000产品家族。

ONF是非盈利机构，致力于推动SDN的标准化及应用，截止到2016年，已经组织过三轮SDN PoC测试。第四轮测试于今年6月26日—29日在德国波恩进行，测试范围包括基于ONF TR532模

型的微波应用，基于ITU-T G.8275.1的PTP（Precision Timing Protocol）应用及基于ONF CoreModel（TR512）的以太业务应用。中兴通讯受主办方之一的德国电信集团邀请参与了本轮全部用例的测试。

测试中，中兴通讯提出的基于流量感知的空口功率控制方案被社区采纳。该方案在业务流量较低的情况下，动态降低空口发射功率，从而降低空口功耗，减小频率干扰。

新加坡电信携手中兴通讯部署Pre5G Massive MIMO实验网

近日，新加坡电信（Singtel）携手中兴通讯在新加坡城市中心滨海湾部署了2.6GHz Pre5G Massive MIMO的实验网，这一解决方案能够及时提升在滨海湾举行的新加坡国庆中的Singtel 4G用户体验，为新加坡国庆献上一份科技大礼。

在新加坡国庆期间，大量人群聚集，话务量激增，在高流量热点区域，Pre5G Massive MIMO发挥着重要的通信保障作用。在现场试运行后，Pre5G

Massive MIMO小区吞吐量大幅提升，分担了超热宏站小区的业务量，使用户的终端网络速率和体验大幅提升，从而增加了整个区域的业务吞吐量。

中兴通讯TDD&5G产品总经理柏燕民表示：“虽然5G标准尚未确定，但‘5G的用户体验’和‘5G关键技术’是相对清晰的，率先用Massive MIMO这一5G最为核心的技术为现有终端用户带来接近5G的用户体验，是我们潜心推动Pre5G产品开发和商用的动力之一。”

中兴通讯助力中国联通成功举办千兆无线网络发布会

近日，中国联通千兆无线网络发布会暨海南高铁影院启动仪式在海口举办，同时导演冯小刚也携《芳华》剧组主创人员举行电影新闻发布会。发布会上，通过中国联通的千兆无线网络、LTE组播技术和VR全景直播技术实现了主会场与高速运行中的高铁分会场以及全国各地粉丝的互动，使现场观众体验了“科技+时尚”跨界合作的视听新享受。

本次发布的中国联通千兆无线网络是利用多载波聚合、4×4MIMO、

256QAM等4G+关键技术打造，由中兴通讯提供Pre5G Giga+ MBB解决方案完成主会场千兆网络部署，每秒下载速率最高可达1GB，为全场高端用户及VR全景直播提供了速率保障。

本次中国联通千兆无线网络的发布，标志着中国联通“聚焦·创新”战略的加速落地，体现了中兴通讯助力中国联通打造4G+匠心网络的完美合作和创新品质，展现了中兴通讯迈向5G道路上的提前整体布局。

GlobalData给予5G Flexhaul高度评价

近日，中兴通讯发布的高速传输网解决方案新品ZXCTN 609凭借其网络切片创新及支持100G连接，在业内知名市场研究公司GlobalData的报告中获得高度认可。

ZXCTN 609是中兴通讯5G Flexhaul家族中的一员，中兴通讯FlexE（Flex Ethernet）技术是其主要特征。该产品支持前传、中传、回传一体化承载和灵活按需部署。GlobalData首席分析师Glen Hunt在报告中写道：“ZXCTN 609将网络切片技术引入回传网络。”

Hunt表示，“ZXCTN 609支持独立的backhaul切片（隧道），每个backhaul切片（隧道）具有独立的性能特征，满足5G对低时延、高速和灵活连接的要求。ZXCTN 609扩展了中兴通讯Flexhaul系列，支持100G链路，可处理预期的高带宽5G backhaul速率，具备保护倒换和SDN控制等高可用性功能。”

“FlexE支持增强型移动宽带（eMBB）、海量机器类通信（mMTC）和超可靠低时延通信（uRLLC）等各种传送需求差别巨大的应用特性，”Hunt表示，“这款新产品进一步巩固了中兴通讯在新兴5G基础设施市场的地位。”

Hunt同时表示，“5G业务更快的数据速率要求运营商在传送网络的接入和汇聚层部署超100G。中兴通讯通过推广超高性能的光传输平台，使其在电信技术和软件市场上的地位得到显著提高，在网络虚拟化技术（NFVI及vEPC）和行业论坛中奠定了领导者地位。”

中兴通讯成立四川九寨沟、新疆精河抗震救灾通信保障联合工作组 多批抢险专家前往救灾



2017年8月8日21时，四川省阿坝州九寨沟县发生7.0级地震，震源深度20公里。8月9日7时，新疆维吾尔自治区博州地区精河县发生6.6级地震。

地震危及灾区人员生命安全，并引发当地交通、通信等一系列困难，甘肃、青海、陕西、重庆等地也受到地震影响。灾情发生后，中兴通讯立即启动应急保障预案，建立了由高级副总裁任组长的抗震救灾通信保障指挥部，组成由前方四川、新疆、甘肃、陕西、重庆、青海办事处及交付、服务团队等联合工作小组，协助中国移动、中国电信、中国联通三大运营商及中国铁塔共同开展抗震救灾工作。

在一线抢险方面，中兴通讯保障分队连夜到达现场机房，协助运营商开展故障修复保障工作。在后方保障方面，中兴通讯建立各关键产品保障支持组，技术专家24小时支持震区业务恢复保障工作。中兴通讯物流保障组梳理准备各产品备件，为震区开辟货物绿色通道。此前，中兴通讯曾参与过汶川、玉树及日本、海地等国的抗震救灾工作。

泉州移动携中兴通讯、高通演示Pre5G千兆级速率

近日，泉州移动携手中兴通讯，在TD-LTE商用网络，演示了千兆比特速率解决方案，利用多载波聚合、 4×4 MIMO、256QAM等业界先进技术组合，成功测试了泉州移动TD-LTE网络对于千兆级速率的支持能力，测试数据显示网络峰值速率可达到1Gbps。

同时，在该网络环境下，泉州移动和中兴通讯进一步对千兆比特解决方案进行了验证，利用搭载高通骁龙835移动平台的终端，实现单手机10流传输，峰值速率达700Mbps。

此前，泉州移动携手中兴通讯在大视频环境中商用部署3D-MIMO，接入16部商用终端情况下，小区下行峰值单载波接近730Mbps，3D-MIMO首次在单载波16流下行峰值突破700Mbps，三载波可达2.1Gbps，刷新外场小区峰值记录。

此次，泉州移动携手中兴通讯、高通应用 4×4 MIMO技术、多载波聚合CA，以及高阶基带调制技术256QAM，在商用网络下，采用商用芯片平台，在不增加带宽的情况下，成倍提高网络频谱效率，实现千兆级别的用户体验。

中兴通讯5G标准专家再次荣获嘉许状 在IEEE标准协会影响力提升

近日，在德国柏林召开的电气和电子工程师协会IEEE 802局域网/城域网标准委员会（802 LAN/MAN Standard Committee）全体会议上，IEEE标准协会（IEEE-SA）向中兴通讯孙波和吕开颖两位5G标准专家分别授予嘉许奖状。这是IEEE标准协会继今年3月向中兴通讯标准专家孙波颁发杰出贡献奖之后，再次向中兴通讯的两名专家颁发嘉许奖状，彰显IEEE标准协会对中兴通讯为下一代无线通信技术标准研究做出持续贡献的高度认可，反映了中兴通讯在IEEE标准协会等5G标准领域内的影响力提升。

IEEE-SA标准项目嘉许奖状表彰为成功发布IEEE-SA标准做出突出贡献的个人。在IEEE 802.11ah-2016标准的开发过程中，中兴通讯的孙波和吕开颖两

位专家对该标准的媒介接入层和物理层的技术定义做出了重要贡献，有效促进了该标准的成功发布。已于近期发布的IEEE 802.11ah-2016标准，是将无线局域网技术应用于1GHz以下免授权频段的重要标准，可支持低功耗、大覆盖等各种物联网应用。



IEEE-SA向中兴通讯5G专家吕开颖（右）授予嘉许奖状



打造云网服务生态圈 中兴通讯发布“Z-one Service”服务品牌

2017年8月3日，中兴通讯在北京举办2017中兴通讯政企服务品牌发布会，宣布将运营商和政企两大服务平台整合为全新服务平台，并打造“Z-one Service”服务品牌，以“营生态、心服务、赢未来”为核心价值理念，打造全球一流的服务体系，并建立开放合作的服务生态圈“Zone”，为全球企业提供业界领先的端到端个性化解决方案，引领企业走向数字化转型的成功之路。

目前，中兴通讯国内服务团队拥有10000+原厂服务专家，20000+认证工程师。整合后，中兴通讯政企工程服务体系分为三级：一级为全国33个（含港澳、台湾）常驻服务支持机构，负责直接提供各类现场服务；二级为在南京、

西安、上海、深圳、成都、重庆等设立的产品分部，管理各类产品的工程服务，受中国区工程服务总部（北京）统一管理；三级为公司级，统筹全球服务资源，提供专家级支撑。整合之后的服务体系可以充分发挥管理优势、人员优势、技能优势，更加贴近客户和合作伙伴，整体运作更加高效，为政企客户及合作伙伴提供更加优质的服务。

打造云网服务生态圈是本次发布“Z-one Service”服务品牌的核心内容，中兴通讯将充分尊重合作伙伴的合作意愿和自身特点，以“营生态”为合作模式，用“心服务”赢得信任，与合作伙伴精诚合作，提供全生命周期端到端解决方案，共“赢”未来。

中兴通讯助力天津移动 护航第十三届全运会开幕式通信保障

2017年8月27日晚，第十三届全运会在天津奥林匹克中心体育场盛大开幕，党和国家主要领导人、国际奥委会高级官员等各界人士出席，总计观众人数超过75000人。为做好全运会期间的通信保障工作，天津移动携手中兴通讯提前完成天津奥体中心场馆及周边区域4G+网络改造，通过部署3D-MIMO、Qcell、Pad RRU等设备，应用混合组网、负荷均衡等多种技术，使网络容量提升8倍，用户下载速率达到最高近

100Mbps，完美打造了开幕式期间的优质通信网络。

综合天津奥体中心场馆结构及话务分布分析，天津移动携手中兴通讯通过部署3D-MIMO、Qcell、iMacro、Pad RRU等中兴通讯全系列LTE设备，有效解决了网络覆盖和开幕式期间用户集中对网络的高话务需求。特别是在天津奥体中心北门、西门、西南角等用户高密度集中区域，部署了最新一代3D-MIMO产品来吸收话务量。

中兴通讯发布2016 可持续发展报告

中兴通讯面向全球发布2016年度企业可持续发展报告，在创新、智慧、员工发展、保护生态环境、构建安全保障、可持续供应链以及全球企业公民七个领域推动中兴通讯可持续发展能力提升，为相关方和社会创造共享价值。

2016年，中兴通讯继续加大创新研发投入，在Pre5G等前沿领域不断取得创新突破，目前，全球40个国家，超过60张Pre5G网络正在展开部署。中兴通讯利用在Pre5G规模商用和5G技术方面的领先优势，加速在全球的5G发展布局，以“Network2020”全网解决方案为基础，通过虚拟化、云化帮助客户重构网络。在物联网领域，中兴通讯围绕智慧城市、智能家居、工业互联网、车联网四大方向，通过物联网平台AnyLink，帮助行业伙伴挖掘物联网时代的数据价值，为物联网终端提供智能化能力。

中兴通讯注重自身经营对环境的影响，积极履行环保责任，2016年建立了能源管理体系并通过ISO50001认证，不断探索新型节能减排方案，通过具有更高商业价值和环保效能的新产品、新服务带动产业链和社会一起履行环保责任。按照国际电信业通用品质标准进行安全管控，并制定了严格的安全保障相关制度。2016年遵守ISO/IEC27001、TL9000等体系要求运行和完善信息产品安全管理体系，全年未发生信息泄漏相关安全事件。

同时，中兴通讯注重与全球供应商、渠道商紧密合作，共享采购信息和管理经验，帮助供应商和渠道商提高供应链效率、管理供应链风险。

GSMA：让5G惠及全社会

采编 刘杨

在2017世界移动大会—上海峰会上，GSM协会（GSMA）技术总监Michele Zarri接受了《中兴通讯技术（简讯）》采访，对于GSMA在5G时代的角色，他谈到：“GSMA致力于让全社会从5G中受益，目前正在进行商业模式的研究。”Michele Zarri同时提到了5G面临的挑战、未来5G的发展，以及对该行业的看法。GSMA是一个贸易组织，代表全球移动运营商的合法权益，在世界范围内组织一系列行业盛会。

5G对GSMA的运作模式带来哪些改变？

5G创造了一个全新的生态系统，不仅包括传统的移动运营商，新的垂直行业也开始成为移动通信的用户。以前，我们的运作模式是B2C，直接将移动宽带出售给最终用户。而现在我们向B2B转变，以连接为基础，运营商向其他公司提供解决方案，这些公司再使用移动技术向最终用户提供服务。因此，运营商不再和最终用户直接对话，而是和这些公司对话，这些公司把移动通信包装到他们产品中进行出售。这就是从B2C向B2B的转变，有利于创造新的收入增长点。

在从事5G研究的主流组织中，GSMA起着什么

样的作用？GSMA的主要关注点是什么？

从5G论坛、NGMN，再到负责5G标准的3GPP组织，我们同所有这些5G主流组织建立了良好的合作关系。作为一个贸易协会，我们将自己定位为5G生态系统发展的助推器，助力我们的会员、运营商、厂商和垂直行业都从5G的引入中获益。我们的工作致力于以下4个方面：影响标准、为部署5G扫清法律法规上的障碍、开拓新的商业模式，以及推广5G。

3GPP组织在5G技术层面已经做得非常出色，因此我们不会再关注太技术的东西，而是致力于如何让5G惠及全社会，开拓新的业务模式，让价值在生态系统中得到公平分配。同时将继续推动个人数字业务的连接和接入，换言之，让尽可能多的人享受移动技术。我们希望我们的会员和准会员可以从5G中建立可盈利的业务模式。

GSMA如何在竞争和合作之间取得平衡？

我们认为竞争是一定存在的，我们欢迎竞争。健康的竞争有利于创新，促使各方进步。同时在很多方面，经验共享和建设性合作可以让各方受益更大。例如，我们公布的案例研究就是将其他公司的经验分享出来，目前已经进行的案例研究包括VoLTE和RCS业务，正计划



拓展到更多方面，比如基础设施共享和传统网络的退出。我们进行案例研究的目的之一就是尽可能让我们的750个运营商会员都从中获益，将我们作为一个可信任的中立信息机构。

请您介绍下5G生态系统目前的情况，面临的问题和挑战有哪些？

5G标准很快就会确定下来。韩国将在明年试运行5G网络。我们预计到2025年，中国将成为5G网络连接的主要市场。目前，一切工作都在有条不紊地进行着。但是，这个行业同时也面临着挑战。比如，5G部署成本高昂，而初期回报又低。因此，GSMA一直在探索如何简化基础设施共享，为运营商减轻5G部署负担。正如我们之前讨论过的，这既需要立法者的支持，也需要运营商更加紧密的合作。

我们也看到了频谱分配面临的挑战。虽然有一些频段和频谱看似可以缓解紧张的局面，但还没能从根本上解决问题。需要保证在全球范围内频率资源充足，包括1GHz以下的频谱资源充足，这样才能降低5G部署成本，提高5G部署效率。

尽管面临着种种挑战，GSMA取得了哪些令人振奋的成就？

我们在网络经济学领域有很多举措，从网络切片

着手开拓新的商业模式。这些对于推广5G，实现之前讨论的B2C到B2B的转变至关重要。同时正加大力度将传统生态系统拓展到垂直行业。网络切片在实现漫游和互操作上都很适合我们的DNA，我们对此寄予厚望。

请您更详细地讲一讲5G商业模式。

我们也才刚刚开始研究。目前要做的是了解哪些细分市场对移动技术有需求，哪些移动运营商可以在技术和能力层面上满足这些需求。正在开拓的市场包括汽车产业、医疗产业，以及整个物联网生态系统。未来的业务模式会结合传统的按量计费，也会囊括价值链中之前运营商没有涉足的其他环节。数据分析会成为一项新型业务，正如安全即服务（SaaS）一样。我们将同整个生态系统合作，开发出适合未来需要的业务模式。

在未来几年，5G发展的关键是什么？

首先，我们希望5G NR可以实现更快速度和更低延迟。这是一个长期的工作，增强特性的引入需要时间。在我们看来，关键的发展点在虚拟化和网络切片能力上。通过网络切片，运营商可以在同一基础设施上建设不同类型的网络来支持不同的业务类型。虚拟化和围绕虚拟化而产生的新架构则让5G更具革命性变革。

像中兴通讯这样的厂商对GSMA有哪些贡献？

我们非常重视厂商的贡献。在过去的几个月中，我们和中兴通讯通力合作，成果斐然。RCS是双方合作的第一项目，目前正在紧锣密鼓地进行着，后续又加入了其他更多项目。没有这些准会员的贡献，GSMA不会拥有现在的品质。

在未来，您对厂商和运营商有什么期待？

我们衷心地希望他们在市场上是竞争对手，在GSMA里是合作伙伴，携手打造更好的5G生态系统。在此我们欢迎准会员更多地参与到我们的项目中来，做出更大的贡献。为达此愿景，GSMA的项目一直保持开放的态度。

2017世界移动大会—上海的主题是“势在人为”。您对此有何见解？

“势在人为”反映了移动通信正不断推动社会的数字化。移动通信影响着每个人的生活，改变着人们的工作和交际，以及政府管理。除了技术因素外，人的因素在移动通信中愈发重要。这也是我们此次大会探讨的主题。我们想看看技术除了把数据从A点传递到B点外，还能为人类做什么。

GSMA在实现联合国的可持续发展目标中扮演着重要角色。请您具体介绍一下。

GSMA支持并重视联合国的可持续发展目标。联合国计划通过到2030年实现17个具体的目标来消灭贫困，保护地球，促进全人类的繁荣。作为一个代表移动行业的贸易协会，我们有责任推动我们的技术来达成这些目标。因此，在5G项目以外，我们也花了大力气在“移动发展”计划上，让移动技术助力实现可持续发展目标。

GSMA具体是如何助力实现可持续发展目标的？

机遇还是很多的。比如，世界上大多数人还没有用上互联网，如何将互联网覆盖到这些人。再比如，如何利用数字服务提升人们的生活质量。在发展中国家，移动技术没有那么普及，我们在那里正大有可为。我们也在想如何保证我们提出的解决方案是可持续的。比如，如何让移动支付技术实现人们的便捷支付。

移动技术最让您感到兴奋的是什么？

作为一个工程师，很难不为5G而兴奋。云化、软件化等新技术新战略将带来一波新的变革。5G不仅仅只有高速率的新空口和超低延迟。5G创造了一个全新的系统，将对社会产生巨大的变革。

对于移动行业，您最期待的是什么？

我期待尽可能多的人能享受移动技术。我们已经看到互联网如何改变并改善了人们的生活。我希望在未来，每一个人都能使用远程医疗、远程教育、电子政务等基于互联网的服务。最后，我希望5G让人类沟通无局限，让万物互联，人类的未来一定更美好。

GSMA接下来的工作规划是什么？

今年9月，我们将第一次和美国无线通信和互联网协会（CTIA）在美国合作举办世界移动大会。离大会开幕只有短短的3个月了，我们已经开始考虑如何在此次盛会上展示我们的影响力，如何和北美以及拉丁美洲密切合作取得丰硕的成果。

GSM协会有775个运营商会员，如何让这些会员无论大小都能得到我们的帮助，这对我们来说不是一件易事。有时，我们只是为了让他们知道我们能为他们做什么，这就是世界移动大会的意义所在。

ZTE中兴



让创新成为5G发展的强劲动力

柏钢 中兴通讯5G产品总经理

4G改变生活，5G改变社会。5G将会渗入并深刻改变人类生活和工作的方式，并且被应用到社会的方方面面：工业、家庭、医疗、娱乐、农业等。然而5G发展目前正面临着五大挑战：目标差异化、网络复杂化、技术妥协化、场景演进化、业务结合滞后化。而创新是目前各种挑战的最佳选择。中兴通讯已经开始实践四个维度的创新：技术创新、架构创新、合作创新和商业实践创新，并且在这些领域取得了积极的进展。

5G发展的五大挑战

中兴通讯认为5G发展目前正面临着五大挑战：目标差异化、网络复杂化、技术妥协化、场景演进化、业务结合滞后化。

目标差异化：由于种种原因，可以看到不同组织对5G总体的定位是存在差异的，而这些差异以及相应的实践工作可能导致标准碎片化和频谱离散化，影响5G的实现。

网络复杂化：5G网络需要与传统2G/3G/4G网络长期共存，例如站点空间和传输资源的共享，并涉及数据交换和多模协同等，这是每一个运营商在现网基础上引入5G网络时必须考虑的现实；同时未来需要在5G一张网络上同时支持大量差异化的业务连接，需要有足够的平衡机制将各种业务统一在一张网络上，以用户体验为导向来匹配资

源。同传统网络的和谐共存以及对未来业务的无缝兼容，都将提升未来5G网络的复杂度。

技术妥协化：5G提出许多新的关键性指标，例如10Gbps+的峰值速率、毫秒级的端到端时延，每平方公里100万的连接，这些都需革命性的技术突破来支撑。同时5G是建立在4G基础上的，它将与传统网络有着不可分割的关系，这要求5G也必须针对现实网络有一定的妥协设计。业界针对5G引入有革命和演进两条路线，需要在中间取得良好的平衡。

场景演进化：现在能够明确看到的5G应用有高清视频、虚拟现实、自动驾驶、海量连接、远程医疗等，但未来伴随着人类社会发展，会有一些目前不可预知的业务出现，这些业务将会对网络的技术要求带来更高更苛刻的挑战，5G架构需要有足够的开放性和兼容性来适配未来新技术的引入，以满足未来场景长期演进的需求。

业务结合滞后化：ITU定义的三大应用场景为eMBB、mMTC、uRLLC，构建未来5G的万物互联世界三种场景缺一不可。但从目前看来eMBB的发展较快，mMTC和uRLLC相对滞后，而且同垂直行业的深度结合进展整体不足，这些都会影响5G的全面发展。

四个维度创新迎接挑战

创新是解决目前面临各种挑战的最佳选择。中兴通讯



已经开始实践四个维度的创新：技术创新、架构创新、合作创新和商业实践创新。

技术创新最大化用户体验

空口新技术的引入将带来极致的用户体验。中兴通讯一直着力于空口技术创新，不仅推动自己独创技术，也沿着业界形成共识的技术方向积极努力，不但在推进LDPC码进入3GPP标准的过程中起到重要作用，并且早在2015年就推出了MUSA（NOMA）专利技术。利用这种技术，可以实现300%~600%的过载，这正好适用5G mMTC场景。同时，中兴通讯是Massive MIMO技术的引领者。2016年，中兴通讯凭借Pre5G Massive MIMO赢得GSMA“最佳移动技术突破奖”和“CTO选择奖”，随后推出了更适合规模商用部署的Massive MIMO 2.0方案，并同一些客户进行了规模商用。

架构创新释放网络潜能

在3G/4G时代，中兴通讯发布基于SDR产品的Uni-RAN架构，通过统一硬件平台极大地降低了运营商网络建设和运维的难度，大幅降低成本，实现了网元级的架构创新。在5G时代，通过引入Cloud-RAN架构，实现了网络级的架构创新，推动传统以设备为中心的网络向以用户和

服务为中心的网络转变，实现跨网络制式、跨设备形态、跨硬件分布的灵活资源共享和按需分配，充分释放网络潜能，为5G时代多样化业务的引入奠定基础。

合作创新带来更多活力

5G作为一个新生态需要更多的合作，中兴通讯积极促进合作创新以增强5G生命力。中兴通讯加入了5GAA以及一些国际和区域工业组织，例如，中国的IMT-2020（5G）推进小组、欧洲的5G行业协会、日本的5G移动论坛。在产业合作领域，中兴通讯计划与高通、中国移动在今年下半年进行3GPP兼容性IoT试验。此外，中兴通讯已经加入所有主流标准的团体和组织，如ITU、3GPP、IEEE、OpenStack、OPNFV、OpenFog、NB-IoT论坛等。自2016年初以来，中兴通讯已经在GPP 5G NR/NGC（New Radio/Next Generation Core）领域提交了超过3500个提案。

商业实践创新有助于5G引入

早于5G三至四年的NB-IoT的商用将积累宝贵的经验，便于业界提前规划和构建针对物与物的运营能力，为将来基于5G海量、差异化连接的商业模式奠定基础。同时以Massive MIMO为代表的5G技术提前商用也开创了5G技术4G用的新路线，提前让用户享受到类5G的业务体验，为运营商积累5G运营经验做好铺垫。运营商和设备商应积极合作大力推动类5G业务的商用试水，为5G提前积累宝贵经验。

在2017年世界移动大会（上海）上，中兴通讯正式发布了5G整体解决方案，为2018年率先部署5G商用网络的运营商提供创新架构保障。该方案基于全面云化的网络架构设计，涵盖5G的无线接入、核心网和承载网络，提供更加开放的应用环境和更加丰富的业务类型，满足未来5G标准技术演进，促进运营商及行业价值的多元化发展。

中兴通讯5G解决方案使能新业务，创造商业价值；引入灵活架构，激发网络潜能；确保平滑演进，保障运营商投资。中兴通讯将以创新、实践、合作、共赢的理念携手业界一起拥抱5G美好时代。 ZTE中兴



5G新空口技术 可大幅改善覆盖性能

向际鹰 中兴通讯首席科学家

2017年，多家厂商发布关于5G的相关软硬件设备，5G标准加速。随着5G可用频谱资源的梳理，4G与5G网络融合的架构日渐明晰，5G网络的测试和部署被移动运营商提上日程。

当我们真正开始考虑5G网络部署的时候，5G覆盖成为业界最为关心的一个问题。为了尽可能获取更大的频谱带宽，5G网络通常部署于更高的频段，根据无线传播特性，频率越高，传播损耗越大，基站的覆盖能力也就越弱。

业界普遍认为，5G网络的主流频段3.5GHz与4G的1.8GHz相比，传播损耗要多3dB，穿透损耗多6dB，再加上4G在1.8GHz是频分（FDD）连续发射，而5G是时分（TDD）间隙发射，这又带来约5dB的损耗，总共损耗多达14dB。对于这14dB差距，为了支持连续覆盖，按照以往算法，需要增加数倍的基站才能弥补。这将出现新站选址问题，并带来高昂的网络建设成本。4G网络已经部署了数百万个基站，在密集城区，4G基站的站间距通常已经小至几百米，如果5G网络还需要新增数倍的站点，这对运营商而言将是一项难以完成的艰巨任务。中兴通讯认为，3.5GHz的5G网络与4G网络共站部署完全可行。

中兴通讯认为在采用大量新技术之后，5G网络不但可在容量上大幅超越4G，在网络覆盖方面，最终也能实现不弱于4G网络的覆盖。如此一来，在4G网络原有的站址基础上部署5G网络设备，不用新增基站，且提供5G网络连续覆盖就成为可能。这对于运营商而言意义重大。

5G网络覆盖可优于4G

以往理论在评估一个系统的覆盖时，是通过计算链路预算的方法。但传统的链路预算计算方法在5G时代已经不合适。因为其计算过程存在三项不合理的假设，无法体现5G新技术对覆盖所产生的收益。

链路预算的第一个假设是：整个小区只有一个用户。但这项假设并不合理，实际上一个小区存在多个用户，在多用户条件下，用户实际体验的覆盖范围远弱于基于单用

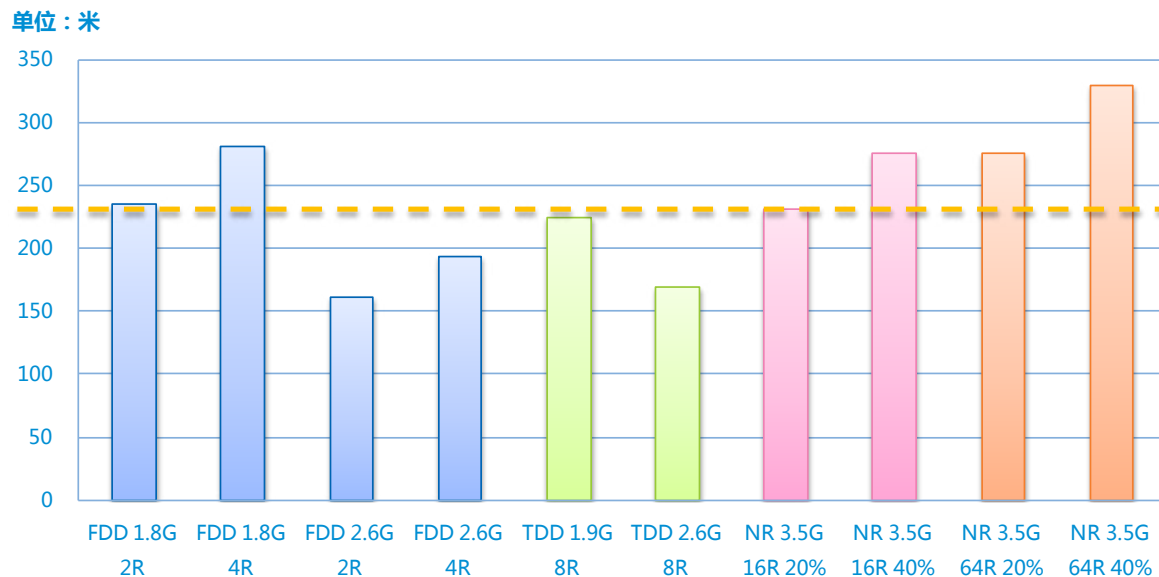


图1 2Mbps小区边缘速率，上行覆盖距离对比

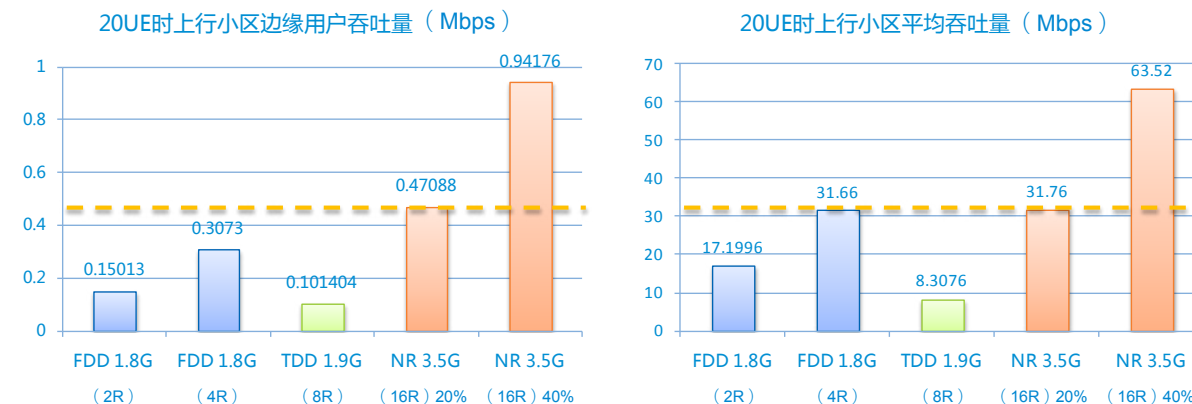


图2 20UE上行小区吞吐量

户计算出来的链路预算值。而5G标准中大量使用空分复用技术，通过空分复用技术，不但可成倍提升容量，还可使得在多个用户共存时，覆盖不收缩或仅少量收缩。从而在以链路预算方法结果不如4G的情况下，实际覆盖达到甚至超过4G网络。

链路预算的第二个假设是：小区唯一的用户位于垂直波瓣的最佳位置。同样，这项假设也不合理。通常基站天线的半波角只有6度左右，用户绝大多数情况下并不在最佳方向角内，用户实际体验覆盖范围弱于链路预算值。而5G标准由于采用多天线数字波束技术，可以动态跟踪用户，因此在用户实际体验时，覆盖不会下降或仅少许下降。

链路预算的第三个假设是：整个区域只有一个小区，没有其他小区。但实际上在城区，小区非常密集，很多用户并非属于覆盖受限，而是干扰受限。这会导致实际体验覆盖远弱于链路预算值。而5G标准的多天线空分复用技术在提升容量的同时，也抑制了相邻小区的干扰，从而进一步改善了网络覆盖。

同时，链路预算在多数情况下以计算数据信道（PUSCH）为依据，但实际上往往是控制信道PUCCH、PDCCH或SRS受限。在5G标准中，通过预编码、预置波束

等方法实现了控制信道的覆盖增强，使控制信道不再成为覆盖瓶颈。

一方面，5G新空口技术对链路预算有直接提升作用，例如通过基站、终端的多天线技术以及终端大功率发射，可以补回前述14dB差距；另一方面，很多5G新空口技术对容量提升有很大帮助，却体现不到传统的链路预算方法中。

基于上述分析，中兴通讯认为在采用大量新技术之后，5G网络不但可在容量上大幅超越4G，在网络覆盖方面，最终也能实现不弱于4G网络的覆盖。如此一来，在4G网络原有的站址基础上部署5G网络设备，不用新增基站，且提供5G网络连续覆盖就成为可能。这对于运营商而言意义重大。

5G与4G共站建设完全可行

通过仿真分析，我们得出在2Mbps小区边缘保障速率条件下，密集城区3.5GHz的5G基站（上行时隙占比20%）非常接近于1.8GHz的FDD LTE（双极化天线）覆盖范围，优于2.6GHz的FDD LTE和TDD LTE（8天线配置）覆盖范围。如果采用更高的小区边缘保障速率，则3.5GHz的5G基站覆盖范围与1.8GHz的FDD LTE依然持平，但相对于

2.6GHz的FDD LTE以及1.9GHz/2.6GHz TDD LTE的优势则更为明显。

图1仅体现了基于单用户链路预算条件下的基站覆盖对比，那么多基站组网以及多用户使用的场景下，5G网络相对于4G网络的性能更为优越。从图2的系统仿真结果中不难看出，在ISD=300m，每小区20用户的场景下，5G网络的小区边缘用户上行吞吐量是1.8GHz FDD LTE网络的3倍，是1.9GHz TDD LTE网络的4~5倍；小区平均上行吞吐量大致是1.8GHz FDD LTE网络的2倍，1.9GHz TDD LTE网络的4倍左右。

基于以上仿真分析，中兴通讯认为，5G与4G的共站建设是完全可行的，这将大大节约5G基站的选址、建设成本。

空分复用对于提升网络覆盖的重要作用

被认为是5G标准中最关键的技术SDMA（空分复用），对于提升网络覆盖发挥的作用也不容小视。SDMA技术对于不同的5G频谱可以发挥不同的作用：在6GHz以下频段，由于频谱资源稀缺，覆盖相对较好，SDMA技术主要用来提升网络容量；对于6GHz以上的高频段，频谱资源相对丰富，覆盖成为短板，SDMA技术主要用于提升覆盖。

在6GHz以下频段，每个运营商能获取的频谱带宽资源相对于高频段而言仍然非常有限，因此空分复用技术对采用3.5GHz低频段建网的移动运营商而言尤其重要。

自2013年，中兴通讯开始研究SDMA技术，是最早从事SDMA技术研发的公司。中兴通讯率先将5G空分复用技术的典型代表Massive MIMO应用到4G网络中，使现有4G用户不用更换终端就能提前享受到类5G体验。利用在SDMA技术方面的领先优势，中兴通讯相继发布了TDD Massive MIMO产品和FDD Massive MIMO产品，其中TDD Massive MIMO产品已在日本软银规模商用，使流量热点的容量瓶颈得到了高效缓解。中兴通讯通过SDMA技术在4G商用网络中积累的大量真实场景数据和丰富的商用经验，为5G Massive MIMO的产品开发和商用打下坚实的基础，加速推动了5G网络的成熟和商用化进程。

借助对5G新空口技术的深入的分析和创新，5G的覆盖问题得到有效的提升，中兴通讯认为3.5GHz的5G网络与4G网络共站部署完全可行。5G与4G共站建设，不仅简化了5G网络部署的难度，而且可为运营商节约大量网络投资，为4G向5G的演进搭建了一条平滑升级之路，加速5G商用部署的进程。 ZTE中兴

5G承载的挑战、架构和关键技术趋势



赵福川
中兴通讯
5G承载项目经理

5G是一个面向多应用场景的融合网络，相对于4G，5G的“万物互联”将带来革命性的网络体验和新的商业应用模式，催生eMBB（增强移动宽带）、uRLLC（超高可靠低时延通信）和mMTC（海量物联网）等应用。据预测，未来5G网络的移动数据流量将比4G网络增长500~1000倍，典型用户数据速率提升10~100倍，峰值传输速率可达10Gbps或更高，端到端时延缩短5~10倍，网络综合能效提升1000倍。5G的“极高”性能要求推动无线、核心网和承载网的架构重构和技术创新。本文重点讨论5G承载网络架构和方案。

5G承载网络架构如图1所示。

在这个架构下，核心网云化、C/U分离、数据面切片分布式部署，网络更加扁平化。RAN架构也发生重构，RAN的功能可被重构为CU、DU和AAU三个功能实体，承载网分为前传（Fronthaul）、中传（midhaul）和回传（Backhaul）三部分。5G对承载网的带宽、时延、灵活连接、可靠性和SDN网络能力开放提出了更高的要求，主要挑战如下：

- 前传和中传网：5G的前传、中传对承载网的时延要求非常高。按照目前的技术预估，前传传输时延的预算不超过30μs，中传的时延需求不超过150μs；传统分

组传送网采用存储转发的队列调度机制，单节点非阻塞转发时延在30~100μs，难以满足要求，必须引入新的低时延转发技术。

- 回传网：带宽增加10倍以上，流量模型从汇聚为主变为全mesh。4G&5G网络融合的双连接、基站的站间协同、核心网云化部署的负载均衡和多归属备份需求，使得流量更加复杂和动态，要求承载网具备足够的带宽扩展能力，提供灵活的Mesh业务连接。
- 超高精度时间同步：5G的超短帧、载波聚合和COMP多点协同技术引入，驱动时间同步精度提升一个数量级，从4G的±1.5μs提升到±130ns。
- 网络切片：核心网和RAN采用基于SDN/NFV的云化切片架构，按照应用场景进行切片，不同的功能切片对带宽、时延、网络功能和可靠性的要求不同。5G承载网是5G端到端业务路径的一部分，必须满足多场景下不同业务的需求，同时5G是一个开放网络，可以提供面向垂直行业和租赁业务的应用需求，要求承载网络支持5G切片网络的业务隔离和独立运维需求，为不同类型的业务分配不同类型的承载网切片，每个承载网切片象一个独立的物理网络一样。

针对5G网络的承载需求，中兴通讯创新地提出了Flexhaul产品解决方案。Flexhaul是针对5G承载的端到端

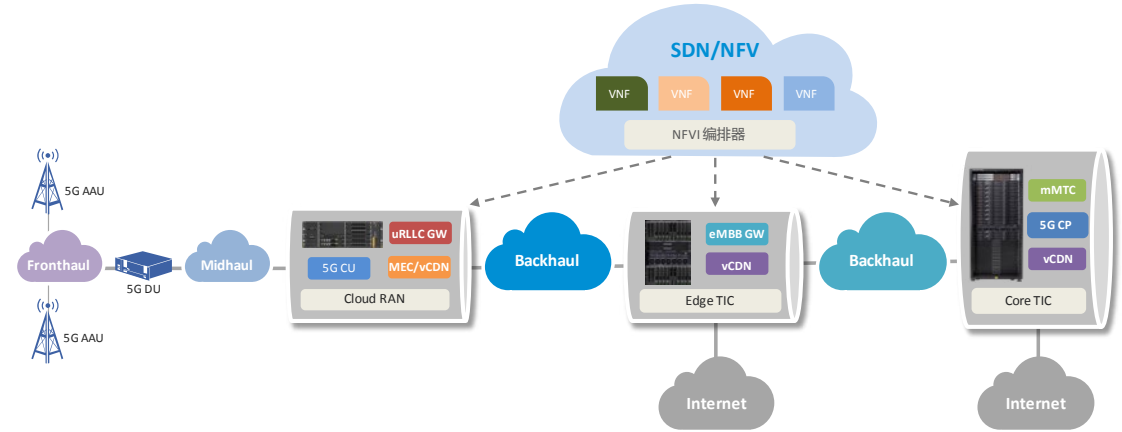


图1 5G承载网络架构

网络解决方案，Flexhaul方案整合L0到L3的网络功能于一体，提供可扩展的大带宽、低时延、L3到边缘的灵活业务寻址能力。方案主要特点如下：

- 采用同一套设备，面向5G前传、中传和回传业务提供端到端的传送解决方案，可以根据网络的需求进行灵活部署。
- 支持IP+光的扁平化网络架构，支持FlexE over DWDM实现多波长、多链路的带宽绑定扩展组网容量，极大地增强了带宽的灵活扩展性，降低了初期建网成本。
- 采用创新的FlexE Tunnel技术将FlexE的组网能力从接口级扩展到网络级，支持FlexE时隙交换、OAM和快速保护倒换技术，可以在以太网上创建虚拟的切片网络，切片链路类似电路管道，具备超低时延和超低抖动的特性；切片的链路带宽可以按照5G为颗粒度灵活配置，不同切片之间严格业务隔离。
- 采用Segment Routing源路由技术，配合SDN的智能流量工程以应对5G核心网、基站云化带来的泛在灵活连接需求，满足L3下沉到基站带来的Mesh泛在组网要求。Segment Routing实现业务实例数与网络的解耦，大大提升了网络支持Mesh泛在连接的能力和扩展性。Segment Routing技术非常便于与SDN技术融合，SDN可以通过网络的流量和拓扑资源的情况，集中计算出符合业务需求的最佳转发路径，把路由信息下发给源节点即可，不需要对转发路径上的其他节点进行控制或者信令交互，从而极大地提升了网络的控制性能。

- 支持承载转发面、控制面和管理面的切片，转发面采用FlexE Tunnel进行切片，每个切片有自己的独立拓扑，可以根据业务的需求，选择不同的L2/L3网络协议，如Segment Routing、MPLS-TP等，不同切片有自己的控制和管理面平面，通过与无线和核心网切片网络的协同，提供端到端5G的切片解决方案，满足5G垂直行业应用的多场景、多租户的应用需求。
- 提供端到端高精度时间同步技术，包括基于共模共视的高精度时间源，支持高精度时间戳、相位检测等技术的承载设备，以及智能时钟时间的网络控制技术，满足5G基站的新型空口、站间协作和基站定位服务的应用需求。

中兴通讯凭借对5G通信网络的深刻理解和深厚技术积累，目前在5G Flexhaul产品的研发已取得了较大进展，在2017年上海世界移动通信展（MWC）上，中兴通讯发布了5G Flexhaul接入层预商用产品ZXCTN 609，并在现场进行了业界首次FlexE Tunnel技术演示：通过FlexE Tunnel创建的不同网络切片，业务严格隔离、互不影响；单节点最小转发时延小于0.5μs，快速故障保护倒换时间小于1ms，这些性能指标在以太网上创造了历史纪录，满足了5G前传、中传和回传对超高可靠和低时延承载的需求。

目前中兴通讯全方位推进5G承载解决方案的产品研发和试点工作，作为5G时代的引领者，中兴通讯将持续在5G承载的技术、方案和设备研制上创新，为运营商提供有竞争力的高性价比解决方案。5G建设，承载先行，中兴通讯已经为此做好了充分的准备！

5G发展对承载网的需求分析



张永健
中兴通讯
承载网方案总监

作为新一代通信标准，5G当仁不让地成为业界当前的焦点。3GPP将5G技术标准制定分为两个阶段：phase 1（Rel-15）和Phase 2（Rel-16）。在2017年3月初召开的3GPP RAN第75次全体大会上，正式通过了5G加速的提案，Phase 1既需要完成5G空口标准，还要完成核心网标准并能为新空口提供服务，即具备独立能力。这意味着5G标准化时间点将前移，第五代移动通信技术有望比设想更早到来。一些领先的运营商已宣布将在2017年推出预商用5G服务。

5G是一个真正意义上的多场景融合网络，它将是ICT最重要的基础，其发展方向以“人的体验”为中心，在终端、无线、网络、业务等领域进一步融合及创新，将为“人”在感知、获取、参与和控制信息的能力上带来革命性的影响。为此，5G承载网将在网络带宽、连接密度、时延、同步、成本及效率上有更高的要求。

带宽的巨大提升

ICT时代，移动智能终端及云应用等将催生数据流量持续爆炸性增长，无线网络将支持超大数据流量，5G无线基站采用Massive MIMO、CoMP和高阶调制等技术极大提升频谱利用效率，同时通过引入新的空口频谱来增加

频谱带宽，单基站带宽提升数十倍。以64天线、16流、100MHz、S111的5G低频基站为例，单基站的均值带宽需求超过2Gbps，峰值带宽需求超过6Gbps，如果一个环接入6个这种类型的基站，那么环的带宽需求约20Gbps（1个基站达到峰值带宽，其他基站都为均值带宽）。在实际部署中，基站的天线数、流数、频谱带宽会发生变化，基站的密度也将和具体的覆盖面积、业务实际需求关联，此外，5G高频基站也会引入额外的带宽需求。在上述因素的影响下，承载网除了需要提供更大的接口带宽，还需要具备带宽平滑扩展的能力（如通过多链路、多波长捆绑扩展线路容量）以应对未来带宽需求的不确定性。

差异化的时延要求

ITU-R对5G应用场景的划分，分为增强移动宽带（eMBB）、海量机器类通信（mMTC）、超高可靠低时延通信（uRLLC）三类，覆盖移动通信、超高清视频、云办公和游戏、VR/AR、智能穿戴、智能家居、智慧城市、工业自动化、自动驾驶、高可靠应用等各类应用，但每种应用对时延的要求各异，其中以uRLLC场景下时延最为严格。根据NGMN建议，uRLLC场景下单向端到端时延不超过1ms，同时3GPP定义uRLLC空口时延为0.5ms，再考虑到核心网处理的时延，预计留给回传网的时延指标将在



100μs左右，对5G承载前传、回传都提出了巨大挑战。

超高精度时间同步

5G新的帧结构要求±390ns时间同步准度；在inter-site CA和基站联合发送对同步提出更高要求，要求±130ns时间同步准度，此时对承载单节点精度要求达到±5ns；同时，高精度定位视定位精准而言对同步亦有要求。

网络切片

5G时代，运营商需要一个统一运营、统一部署和统一操作的网络架构，RAN控制域、回传网控制域、核心网控制域三域协同，实现“云、管、端”的全业务控制与运营。通过SDN/NFV技术的部署，优化数据传输路径，控制业务数据靠近转发云和接入云边缘，有效降低网络传输时延；通过构建面向业务的网络能力开放接口，满足业务的差异化需求并提升业务的部署效率；通过网络编排与管理系统针对具体场景需求对网络切片，实现一种面向业务场景按需适配的网络架构；引入SDN技术，构建面向业务的网络能力开放平台。

同时，SDN/NFV针对具体场景需求，具备功能剪裁及资源切片的能力，并在其上进行各自的业务应用、业务控制，实现面向业务场景的按需适配的网络架构，满足5G多

样化场景的差异化需求，实现网络能力的开放，提供全新的运营模式和盈利空间。

5G C-RAN的酝酿

在部分密集组网场景下，5G阶段采用C-RAN架构更便于实现灵活的无线资源管理和功能灵活部署，满足移动边缘计算的需求，便于软硬件解耦，进一步增强无线网的软件化能力。然而，如果5G前传仍采用CPRI接口方案，则带宽、时延需求都远远超过4G，目前业界已达成基本共识，5G前传接口不适合继续沿用CPRI，需考虑新的前传接口方案。同时，业界普遍认为5G C-RAN中的BBU将被重构为CU和DU两个功能实体，CU设备主要包括非实时的无线高层协议处理功能，也支持部分核心网功能下沉和边缘应用业务的部署，DU设备主要处理物理层功能和实时HARQ流程、载波聚合等，部分物理层功能也可下移至AAU实现，以大幅减小RRU/AAU与DU之间的传输带宽，降低传输成本。CU和DU之间的带宽特性接近回传网，DU和RRU/AAU之间接口的标准化还没有达成共识，目前业内有NGFI、eCPRI等各类方案，可能要等到5G新空口协议栈足够成熟和稳定后才会最终确定。

泛在连接

在移动网络向5G演进的同时，网络重构也在进行。集中式的核心网演变成分散式核心网，将以前距终端较远的核心网用户面下沉，基于虚拟化技术将核心网物理实体分离成多个虚拟网元，分布在网络中，进行云化部署。5G核心网的用户面vEPC将会下沉，分散部署，因为5G业务锚点也将分散在网络当中，回传网不仅需要解决业务锚点动态选择的需求，更要解决网络重构、云化之后的云间流量需求。

5G对承载网络的要求较历代移动通信系统有着显著差异和提升，作为5G网络的基石，承载网需要引入新的承载接口、技术和网络控制能力，适应各种网络架构，提供大带宽、差异化时延、超高精度时间同步、网络切片、开放协同的能力，满足未来网络持续演进的需求。

面向5G承载的网络切片技术



廖国庆
中兴通讯
承载产品规划经理



陈捷
中兴通讯
承载产品规划经理

需求概述

5G业务将呈现出多场景、差异化的特点，如移动上网业务聚焦带宽，自动驾驶业务需要低延时和抖动保障，工业控制对可靠性要求苛刻，物联网业务要支持巨大的连接数量。对此，5G的无线接入网和核心网都进行了功能重构，根据业务类型改变设备处理单元的物理部署位置，并通过切片在同一张物理网络上对不同类型业务构建独立的端到端逻辑网络。

5G承载网是5G端到端业务路径的一部分，必须满足多场景下不同业务需求，同时5G是一个开放网络，可以提供面向垂直行业和租赁业务的应用需求，在此场景下要求承载网络支持5G切片网络的业务隔离和独立运维需求，为不同类型的业务分配不同类型的承载网切片，每个承载网切片就象一个独立的物理网络。

如果我们为每种业务服务建立一个专用网络，那成本就太高了。网络切片技术可以让运营商在一个硬件基础设施中切分出多个虚拟的端到端网络，每个网络切片在转发面、控制面、管理面上实现逻辑隔离，适配各种类型服务并满足用户的不同需求。对每一个网络切片而言，网络带宽、服务质量、安全性等专属资源都可以得到充分保证。由于切片之间相互隔离，一个切片的错误或故障不会影响到其他切片的通信。

网络切片的实现

中兴通讯在业界首个向ITU-T提出了承载网网络切片的

创新提案，该提案系统全面地阐述了承载网网络切片的模型以及基于SDN的层次化控制面架构，为承载网网络切片的实施奠定了基础。

网络切片架构

承载网网络切片是通过对网络的拓扑资源（如链路、节点、端口及网元内部资源）进行虚拟化，按需组织形成多个虚拟网络vNet（即切片网络）。从整体架构上分为客户租户层、业务层、虚拟网络层、物理网络层，如图1所示。虚拟网络vNet具有类似物理网络的特征，包括独立的管理面、控制面和转发面，各虚拟网络之上可以独立支持各种业务，如EPL/EVPL、EPLAN/EVPLAN等。切片后，承载于虚拟网络上的业务，看到的就是虚拟网络，其对实际物理网络并不感知，实现了业务与物理网络资源的解耦。

进一步，通过虚拟网络的递归切片可以支持虚拟运营商、子运营商的运营，以及网络二级租赁等业务。

基于SDN的控制面切片

SDN实现了控制面和转发面的解耦，使得物理网络具有了开放、可编程特征，支持未来各种新型网络体系结构和新型业务的创新。控制平面完成网络拓扑和资源统一管理、网络抽象、路径计算、策略管理等功能，借助SDN控制面可将物理转发资源抽象成虚拟的设备节点、虚拟的网络连接，并根据策略将这些虚拟资源进行分组管理，形成独立的逻辑切片vNet。

图1中的切片控制器vNet Hypervisor，是实现网络切片/虚拟化的一种特殊的SDN Controller，负责vNet虚拟资源到

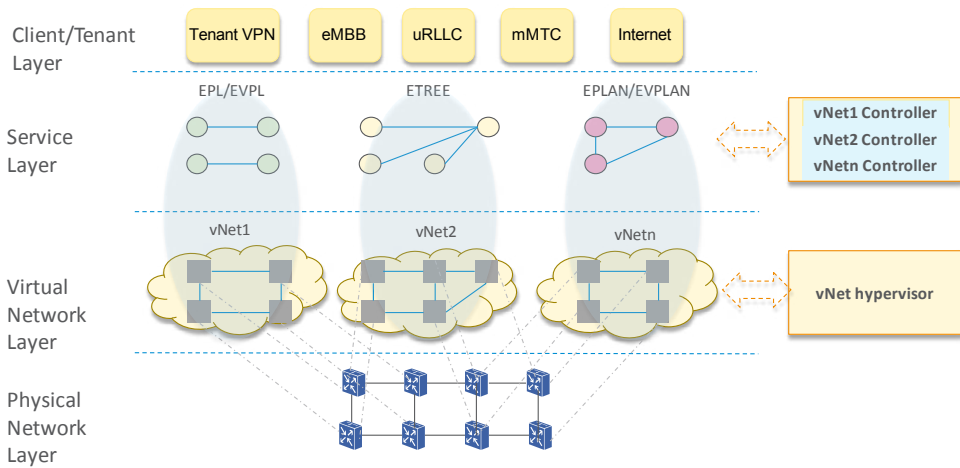


图1 承载网网络切片架构

物理网络资源的映射、vNet创建管理，并将vNet资源信息暴露给vNet Controller。业务层的控制器vNet Controller是vNet资源的使用者，只能看到分配给自己的vNet资源，支持图形方式呈现虚拟网络资源和拓扑，可以在自己的vNet上创建各种业务（如L2VPN、L3VPN），并负责业务生命周期控制，与基于物理网络的业务控制类似。每个vNet对应一个独立的vNet Controller，支持vNet间控制面和管理面的隔离。

设备转发面切片技术

转发面可根据业务需求确定切片方式，可以采用软切片方案，如基于IP/MPLS的隧道/伪线，基于VPN、VLAN等的虚拟化技术；也可以采用硬切片方案，如灵活以太网技术FlexE、OTN技术、WDM的多传送通道等；也可以混合采用硬切片、软切片的方案，硬切片方式保证业务的隔离安全、低时延等需求，软切片方式支持业务的带宽复用。

除了转发面，同时对网元内部的计算、存储等资源进行切片/虚拟化，就形成了虚拟网元，我们称之为设备切片。虚拟网元具有类似物理网元的特征，包括逻辑独立的转发面、控制面、管理面。虚拟网元支持独立的控制面和协议、独立的拓扑连接，支持软件资源隔离，如CPU和内存资源的隔离、控制通道和配置的隔离，支持切片的独立部署和升级。

网络切片带来的收益

切片后的虚拟网络vNet具有类似物理网络的特征，具有独立的管理面、控制面和转发面，不同业务应用可部署在不同的虚拟网络上，从而满足差异化的业务特性以及子运营商

等业务租赁的需求。

各网络切片能加载不同的应用协议，支持独立部署和升级。通过切片生命周期的管理，可实现业务的快速部署开通、资源的共享和灵活调度。网络切片简化了网络规模和网络拓扑，也使得运维管理更加便捷、高效。基于切片的业务与物理网络完全解耦，vNet Hypervisor可便捷完成vNet对应的物理资源的迁移、调整或扩容，而vNet上的业务对物理网络不感知，业务不受影响，或只有短暂影响。

基于FlexE的承载网络切片方案

Flexible Ethernet（灵活以太网）可以实现基于PHY层的切片转发，提供刚性管道隔离，实现带宽灵活分配。中兴通讯创新性地引入了FlexE Switch、OAM和保护3个关键技术，成功把FlexE改造成网络级的技术，我们称之为FlexE Tunnel技术。FlexE Tunnel（见图2）将业务隔离从端口级扩展到网络级，可对不同业务实现端到端子信道隔离，为5G承载网络切片提供最佳转发面支撑。同时，基于FlexE Tunnel技术的保护倒换能做到1ms以内，把电信级保护提升到了工业控制级。针对uRLLC业务，采用FlexE Tunnel技术，解决了波长穿通方案业务颗粒度过大、承载效率偏低的问题，以及软切片技术时延偏大、无法物理隔离的问题。

对于不同业务的差异化需求，综合考虑成本、安全、运营管理等因素，可以灵活选择网络切片、设备切片或转发面切片。基于SDN控制面，可依据端口、LSP/PW、VPN、VLAN、FlexE Tunnel、波长等不同资源进行切片，以满足5G不同业务场景在时延、带宽等方面的业务需求。

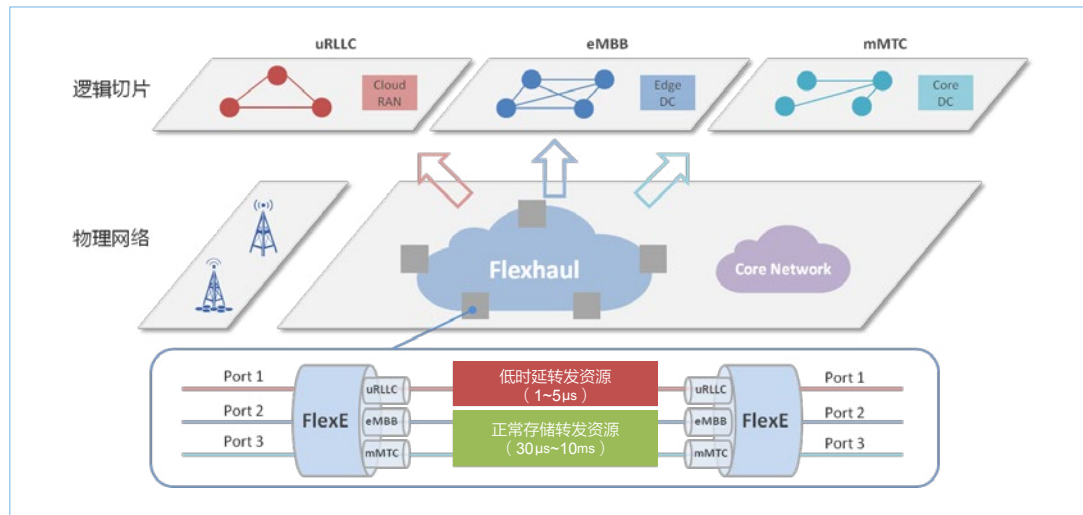


图 2 FlexE Tunnel技术方案

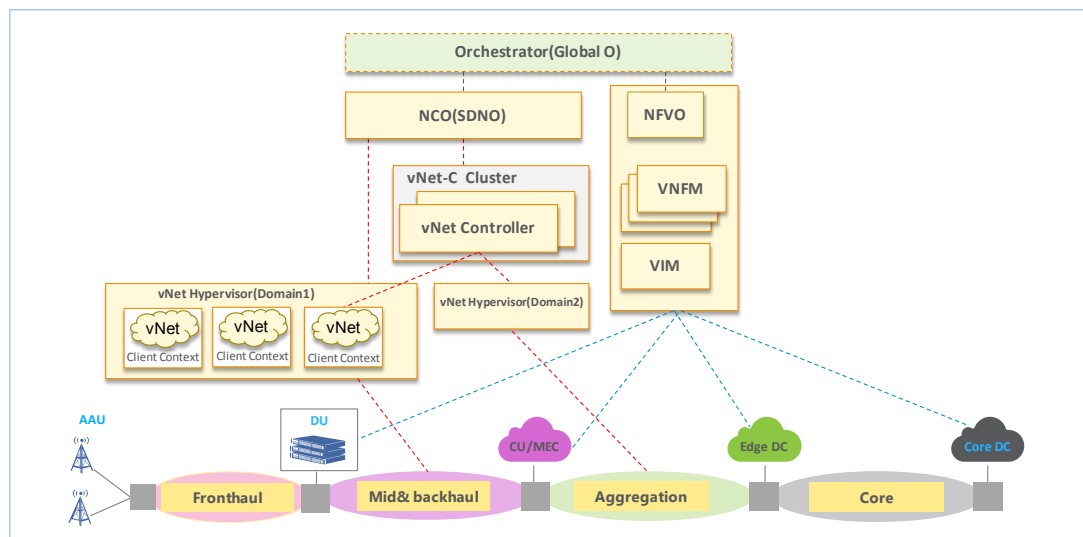


图 3 承载网与无线、核心网切片的协同

承载网与无线、核心网切片的协同

5G业务的端到端网络切片，需要无线网络、核心网和承载网共同配合完成。可根据无线业务的隔离、时延等属性对承载网的切片进行定义；并根据实际情况，灵活选择无线业务的VLAN、VxLAN的VNI、业务IP的DSCP等进行无线RAN的业务和承载网切片之间的映射。RAN、核心网、承载网三者之间的协同通过基于SDN/NFV架构的切片编排器完成，层次化的SDN控制器和网络切片控制器Hypervisor（图3中的vNet Hypervisor domain2进行了简化），负责承

载网的切片和业务控制，SDNO完成跨域的承载业务编排；NFVO和VNFM完成无线的资源编排和业务编排。而Global Orchestrator完成无线和承载之间跨域的业务协调和编排，从而实现5G业务的端到端切片，并通过各切片的不同功能属性满足5G业务的差异化需求。

通过承载网络的切片，可以基于统一的物理网络设施提供多个逻辑网络服务，以满足不同客户或者特定场景的差异化需求，实现资源共享、业务快速上线。在保证业务性能及安全隔离的前提下，可以实现承载网络资源共享和灵活调度，以及独立的子网管理，并减少运营商承载网络建设的投入。ZTE中兴

FlexE技术应用优势



赵跃
中兴通讯
承载产品和方案规划经理



成剑
中兴通讯
承载产品规划经理

5G承载的关键需求

5G应用场景可以分为三类：增强移动宽带（eMBB）、海量机器类通信（mMTC）和超可靠低时延通信（uRLLC）。多样性的业务对承载网提出如下关键需求。

- 超大带宽，平滑升级

5G时代将以“用户体验为”中心，需要随时随地为用户提供100Mbps以上的用户体验速率，热点高容量地区甚至需要提供1Gbps用户体验速率和单基站几十G的峰值速率。未来接入层承载设备需要提供10GE和25GE接口用于基站接入，100GE接口大速率接口用于网络侧，汇聚核心层面将采用更高速率的400G、甚至T级别速率组网。

同时，5G业务从起始、发展、成熟，业务量逐步增长，5G承载网必须提供可平滑升级、有成本竞争力的带宽提升方案。

- 业务物理隔离，同一张网络实现资源切片

5G时代需要支撑多样化场景下不同业务的差异化指标要求，不同业务需要不同的业务视图，在满足不同业务承载需求的同时，还要在同一张承载网络上实现不同业务的物理隔离。

5G需要基于统一的基础网络设施，针对具体场景需求进行相应功能部署，并在其上进行各自的业务应用、业务控制，实现面向业务场景的按需适配的网络架构。因此流量在物理层隔离，业务在整网上进行网络切片，成为满足5G多样化场景承载的关键需求之一。

- 超低时延，满足工业应用瞬间响应需求

LTE移动回传网，S1单向传输单向时延要求超过10ms，理想情况5ms，X2是S1的2倍。而在5G时代，车联网、工业控制等垂直行业对时延要求非常苛刻，根据3GPP定义，uRLLC场景下空口时延低至0.5ms，而单向端到端时延不超过1ms，对回传网而言，时延指标约为核心网处理时延的1/3，即100~150μs。

承载网为了满足超低时延的需求，必须从设备架构和网络设计两方面同时着手，提供微秒级别设备转发时延和更有效的网络转发模型。

FlexE方案优势

5G承载网络除了大带宽技术，同时要考虑业务端到端、流量物理隔离、低时延、网络保护等电信网络需求。

中兴通讯凭借对通信网络的深刻理解和深厚技术积累，在现有FlexE技术标准的基础上进行了一系列的技术扩展和完善工作，除了提供大带宽扩展技术之外，业界首家基于FlexE提出系列革命性技术：FlexE Tunnel业务端到端隔离方案、1ms级别业务保护倒换技术方案，以及小于1μs的单跳设备时延技术方案。

在技术标准贡献之外，中兴通讯迅速推出5G承载设备，并与中国移动联合进行组网测试，展示FlexE系列方案革命性优势。

- 设备架构不变，实现带宽任意扩展

FlexE技术的一大特点就是实现业务带宽需求与物

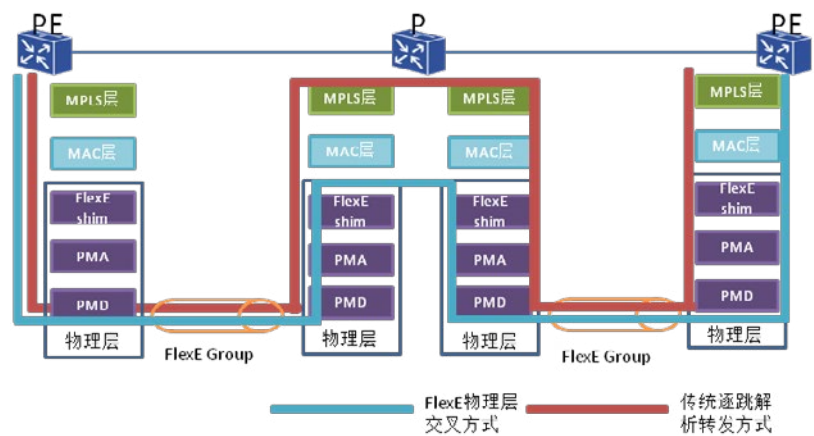


图1 基于FlexE的超低时延转发流程

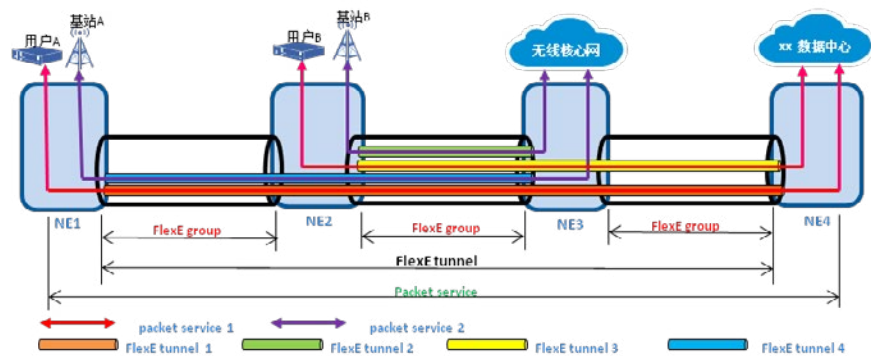


图2 FlexE Tunnel端到端硬管道承载业务

理接口带宽解耦合。通过标准的25GE/100GE速率接口，通过端口捆绑和时隙交叉技术轻松实现业务带宽25G→50G→100G→200G→400G→xT的逐步演进，利用100GE接口实现400G大带宽。

FlexE带宽扩展技术通过时隙控制，保障业务严格均匀分布在FlexE Group的各个物理接口上，并且可以通过动态增加或减少时隙数量实时调整网络带宽资源占用，应对业务流量的实时变化。

- 设备级超低时延转发技术

传统分组设备对于客户业务报文采用逐跳转发策略，网络中每个节点设备都需要对数据包进行MAC层和MPLS层解析，这种解析耗费大量时间，单设备转发时延高达数十微秒。

FlexE技术通过时隙交叉技术实现基于物理层的用户业务流转发，用户报文在网络中间节点无须解析，业务流转发过程近乎实时完成，实现单跳设备转发时延小于1μs，为承载超低时延业务奠定了基础。两种转发方式区

参见图1。

- 任意子速率分片，物理隔离，实现端到端硬管道

FlexE技术不仅可以实现大带宽扩展，同时可以实现高速率接口精细化划分，实现不同低速率业务在不同的时隙中传输，相互之间物理隔离。

融合FlexE子管道特性和物理层时隙交叉特性，承载网络上可以构建跨网元的端到端FlexE Tunnel刚性管道，中间节点无需解析业务报文，形成严格的物理层业务隔离。参见图2，NE1和NE4之间业务建立端到端FlexE Tunnel 1，中间节点NE2/NE3设备直接采用物理层交叉转发，形成从NE1到NE4的一跳直达硬通道。

5G的发展是一个技术创新的过程，其需求的多样性也对移动承载在带宽、时延、业务隔离、虚拟化等方面带来了诸多挑战，中兴通讯依托强大的研发实力，以及对5G技术和承载网发展趋势的深入理解，推出面向5G的承载的FlexE解决方案，迎接5G时代全新的发展机遇。 ZTE中兴

业界首家5G承载 FlexE Tunnel技术验证测试分析



5G业务对网络带宽、时延、可靠性、安全有着更高的要求，也对承载网络提出了巨大的挑战。中兴通讯创新性地提出了5G Flexhaul解决方案，为前传、回传业务提供灵活的超大管道承载，实现超低时延传输和基于SDN的网络资源动态调整。

为了利用现有100G的PHY资源，来解决更大颗粒及一些小颗粒业务的传送需求，2015年初，多家设备商、运营

商及互联网厂商共同提出了FlexE（Flexible Ethernet）接口。FlexE技术具有大带宽和端口隔离能力两个特点，但此时的FlexE仅是接口技术，解决不了5G承载的低时延和端到端隔离需求。

中兴通讯在FlexE基础上，创新性地扩展了FlexE Switch、OAM和保护3个关键技术（见图1），将FlexE从点对点接口技术拓展为端到端组网技术，形成了端到端、超低时延、硬隔离的FlexE Tunnel方案，为5G承载提供了重要的

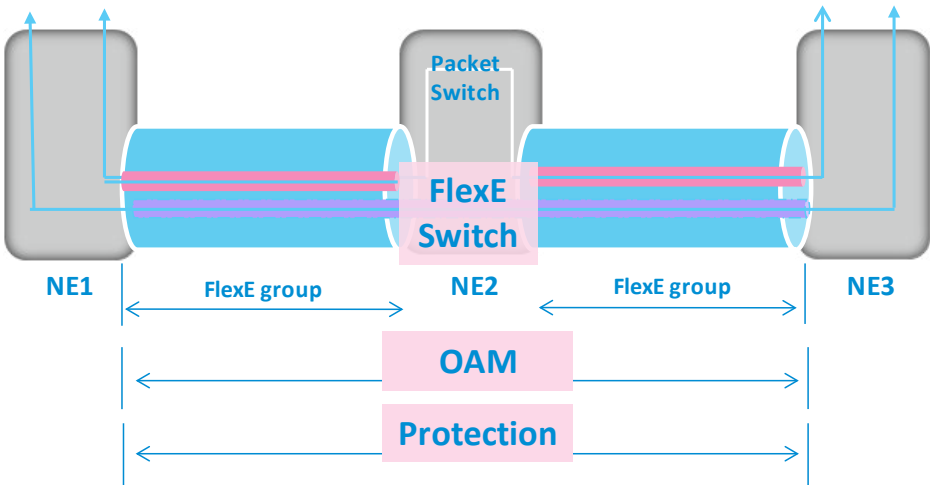


图1 FlexE Tunnel技术组成

表1 不同交换技术对比

	Packet Switch	Felx Switch
单节点交换时延（L2）	20 ~ 30μs	<0.5μs
业务转发抖动	>10μs	<0.1μs
单节点负荷增加时	抖动 ↗ ； 时延 ↗	抖动 → ； 时延 →

技术支撑，该创新成果是5G Flexhaul方案的重要进展。

2017年世界移动大会（上海）期间，中兴通讯现场进行了关键技术FlexE Tunnel的测试，采用三台5G Flexhaul承载预商用设备ZXCTN 609与测试仪表（数据测试仪IXIA XM2型号）连接，设备之间通过100GE链路组网，演示内容包括：业务隔离、超低时延转发、端到端OAM、快速保护倒换等关键技术。

测试所用的5G Flexhaul产品ZXCTN 609以分组技术为内核，基于FlexE的创新拓展技术，支持前传、中传、回传一体化承载场景，满足3G/4G/5G统一组网应用。同时，ZXCTN 609可提供100GE/50GE/25GE大带宽组网能力，支持创新的端到端FlexE Tunnel，实现业务可靠隔离、超低时延转发、端到端OAM以及快速保护倒换功能。

● FlexE 硬管道隔离

在100G链路上通过FlexE技术建立3个速率5Gbps的大带宽切片，分别向3个切片中注入测试流，第1个切片测试流超过5Gbps时，第1个切片开始出现丢包，第2和第3个切片依然转发正常，不同切片之间业务转发严格隔离，互不影响。

● 工业级快速保护倒换

FlexE Tunnel定义了完整的OAM体系，除了Flex Group OAM外，还定义了FlexE Tunnel OAM，包括故障管理、通道检测、时延测量、管理通道等。

3台设备组建工作路径和保护路径，在主备路径上分别启用FlexE层面的OAM故障检测机制，通过拔纤操作可以

观察到主备路径倒换可以达到毫秒级别。

基于FlexE Tunnel技术的保护倒换能做到1ms以内，把电信级保护提升到了工业控制级。

● 超低时延

FlexE Switch技术基于时间片，采用66bit的数据块交换，直接在shim层进行转发，类似高架桥的直通调度模式。

测试中，在两台PE设备之间分别插入1个和2个P节点，采用仪表分别测试两种组网情况下的业务端到端时延。从测试结果可以看到，中间P节点的单节点时延可以低于500ns，抖动小于0.1μs（见表1），且随着负载的增加，FlexE switch的延时和抖动不会有明显变化，完全满足5G时代uRLLC类型业务的超低时延需求。

本次测试中，不同网络切片之间业务转发严格隔离，互不影响；提供端到端连通性检测、时延测量功能。测试结果显示，故障倒换时间小于1ms，单节点转发时延最低小于0.5μs。测试充分证明了中兴通讯5G承载设备通过FlexE Tunnel业务隔离技术和超低时延技术完全能够满足5G不同业务类型差异化的承载需求，同时更加高效的保护技术方案为未来5G网络安全性奠定了坚实的基础。

中兴通讯全方位推进5G承载解决方案落地与试点，目前已与多家运营商进行了5G承载领域的探讨与合作，并积极推动相关标准的制定。作为5G时代的引领者，中兴通讯将持续在设备功能、转发技术、网络切片等方面持续创新，为运营商提供有竞争力的解决方案。 ZTE中兴

5G承载大连接解决方案：Segment Routing



詹双平
中兴通讯
承载产品规划经理

5G移动回传采用扁平化IP架构，RAN和核心网功能虚拟化、业务锚点的分布式部署、L3功能下沉等导致了业务流向趋于复杂，除南北向流量外（基站到核心网），东西向流量需求增强，网络的连接数量相对4G时代也有10倍以上的提升。依靠传统的方式来创建和管理连接已不可行，需要引入新的端到端灵活业务调度技术来满足泛在连接的需求。分段路由（Segment Routing）作为一种源路由技术对现有MPLS技术进行了高效简化，同时复用MPLS已有的转发机制，能很好地兼容目前的MPLS网络，并支持现有MPLS网络向SDN平滑演进，助力运营商轻松创建和管理百万级别的连接，是针对5G承载时代泛在连接需求的有效解决方案。

Segment Routing概述

Segment Routing提供了一种基于源路由的隧道实现机制。SR隧道由一系列有序的段标识符（Segment ID）组成，用于标识SR隧道上需要经过的节点或者链路。转发节点只需在源节点将段标识符列表（Segment List）封装到

报文头中，设备即可根据报文头中的路径信息进行转发。SR隧道非常灵活，既可以仅用目的节点的一个段标识符来表示也可以包含沿途所有节点或链路的段标识符。在SR域内，段标识符（SID）代表了一种指令，段标识符列表（Segment List）就代表了一系列指令的集合。简单来说，SR网络拓扑可以由节点（Node SID）和链路（Adj SID）两类Segment来表示。

● Node SID：具有全局属性，即全局可见、全局有效、全局唯一。通过Node SID可以唯一地标识和路由一个特定节点，其含义是“把报文按IGP最短路径送达节点N”。由于Node SID全局唯一的属性与MPLS标签本地有效的属性不一致，因此需要为Node SID专门分配一块标签空间SRGB（SR Global Block），防止与其他MPLS本地标签冲突。

● Adj SID：是本地标签，在本地有效，用于表示特定的链路，只需保证本地唯一即可。其指令的含义代表“把报文从指定链路L发送出去”。

通过Node SID及Adj SID的组合使用，可灵活控制业务路径。假设一个报文要从PE1到PE2，控制器计算完路径后是PE1→P2→P5→PE2（组合路径），即PE1到P2可以

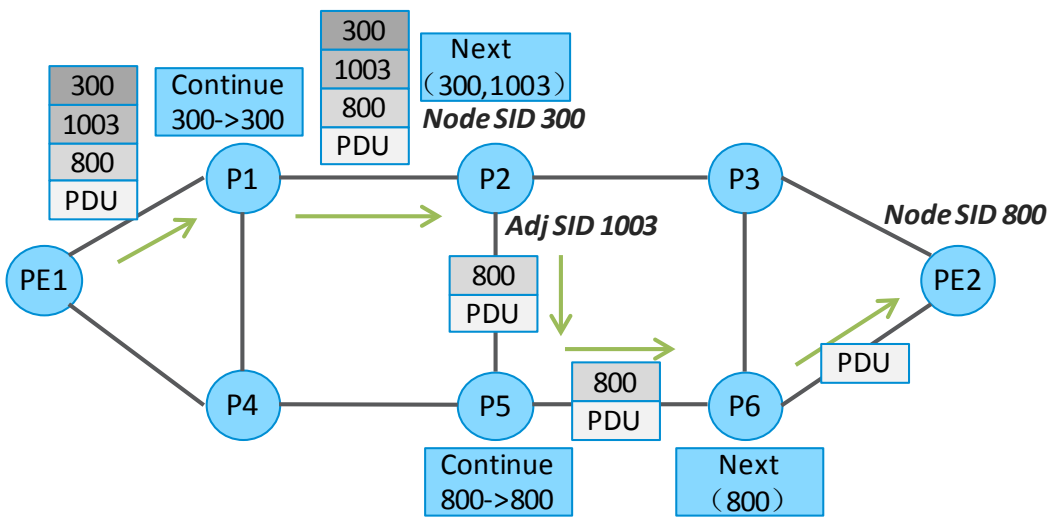


图1 SR转发机制

按照最短路径进行转发，P2到PE2必须经过P5，那么控制器对PE1到P2使用Node SID标签，P2到PE2使用Adj SID标签，将路径转化为SR标签栈就是{300, 1003, 800}，并下发到路径头节点设备PE1，PE1将标签栈封装到报文头中，路径上的转发设备P1、P2、P5、P6、PE2根据标签转发表进行转发即可，详细过程见图1。

Segment Routing的价值

基于MPLS技术的分组传送网通过MPLS标签交换技术建立端到端的隧道，可以为业务提供面向连接的服务。但传统的MPLS隧道创建技术存在以下问题：

- 每一个标签表示1条连接，中间节点需要维护每条连接的软状态，可扩展性较差；
- 需要单独的信令协议分发标签，控制面复杂；
- 业务部署需要为端到端路径上的所有节点下发配置，业务部署的效率不高。

和MPLS网络需要依靠LDP、RSVP等信令协议实现标签的分发、TE等功能不同，SR简化了控制平面，完全基于分布式路由协议，通过对现有的IGP协议进行简单的扩展

实现标签分发。在转发面，标签代表的是网络拓扑（节点或链路）的信息，端到端的连接由一组有序的标签栈来表示，节点只需维护拓扑信息而无需维护连接的状态，解决了MPLS网络可扩展性的问题。此外基于源路由的技术仅操作头节点即可完成端到端路径建立，大大提高了业务部署效率。

Segment Routing在5G传送网的应用

此前，分组传送网在运营商网络中已规模部署，满足了2G/3G/LTE移动回传和大客户等业务的承载需求。5G是一个万物互联的网络，5G承载网需要支撑多样化应用场景下业务的差异化业务需求，未来的5G网络离不开SDN/NFV的支撑。将SDN理念引入到分组传送网，通过部署集中控制器打造开放的、端到端的、易扩展、平滑演进的业务承载网络，满足未来网络需求，是5G传送网的理想架构。因此，基于SDN实现SR是解决5G承载大连接需求的有效方案。

传送网SR架构

SR通过一组有序的标签栈来标识连接，改变标签栈的

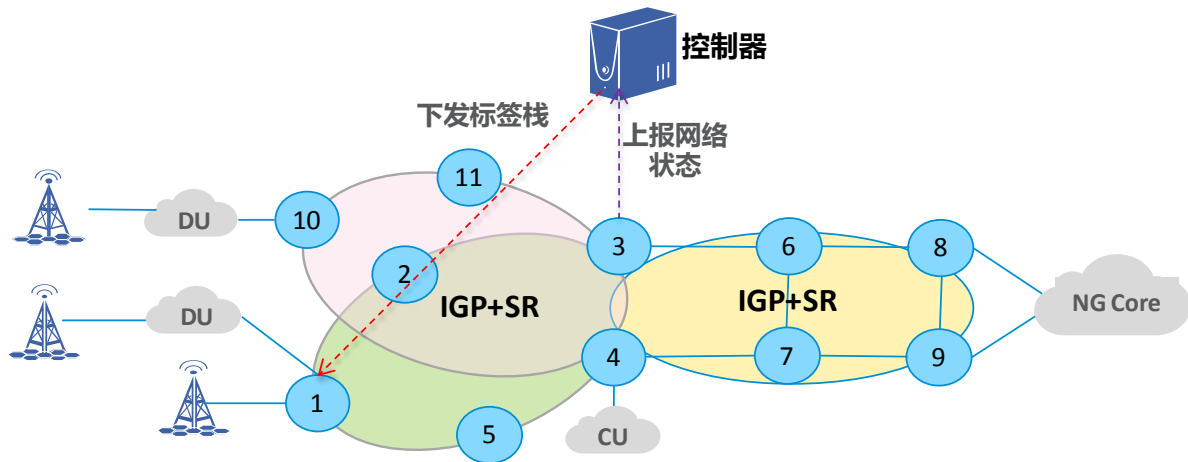


图2 基于SDN的传送网SR架构

内容就可以改变业务的路径，这种灵活的可编程的特性可与SDN架构无缝融合。因此，传送网SR架构采用集中控制器和分布式控制面两者结合的部署方式，如图2所示。控制器进行端到端SR路径的计算，并生成完整的标签栈下发设备，完成SR隧道建立。基于SR扩展的分布式路由协议（IGP+SR）实现基础的网络拓扑搜集、SR标签转发表形成和FRR（快速重路由）局部保护。

分布式控制面的优势在于自学习、自适应及自愈能力，可根据网络拓扑的变化自主完成标签转发表的建立和修改。集中控制器的优势在于全局资源统筹优化、集中调度及策略控制的能力，两者结合可最大发挥SR的优势。

SR-TE

SR是一种源路由技术，SR隧道的信息只存在与头节点，路径上的其他节点不感知业务，也就无法在设备层为业务预留带宽，因此SR的流量工程需要在控制器完成。由控制器维护全局的拓扑和TE（Traffic Engineer）信息，并根据业务请求（A节点、Z节点、带宽）和路由策略（最小跳数、最低时延、负载均衡等）计算端到端的路径，形成逐跳的严格约束路径，并在控制面完成带宽预留，实现端

到端的TE能力。

SR OAM

现有的分组传送网存在两种OAM体系，即基于IP/MPLS的IPRAN网络和基于MPLS-TP的PTN网络。基本的SR OAM采用的是IP/MPLS的OAM体系，可与现网IPRAN设备兼容；但与采用MPLS-TP OAM的PTN网络并不兼容，需要扩展SR支持复用和兼容MPLS-TP OAM，最大化实现网络平滑演进。

局部保护

长期以来PTN转发设备缺少控制平面，主要采用网管静态配置的业务运维模式，保护方案也是如此。需要通过多种保护机制叠加（如线性保护叠加共享环网）实现抗多处断纤的能力，部署复杂且不灵活。引入SR之后，分布式控制面可自动根据网络拓扑形成FRR，可实现任意拓扑下的局部保护。

分段路由作为一种全新的网络技术，不但兼容已有的MPLS网络，还可以与SDN实现无缝融合，是5G承载大连接的有效解决方案。 ZTE中兴

5G 传送网规划探讨



庞玲
中兴通讯
承载网产品规划经理

在

业界的共同努力推动下，5G从技术标准、组网研究到原型机等整个产业链已经为商用做好了准备。业务发展，承载先行。作为5G商业化进程的重要基石，5G传送网的规划也成为业界关注的焦点。

SA和NSA场景下，5G承载网建设思考

4G向5G的演进业界目前主要有两种思路，一种是SA（独立部署），另一种是NSA（非独立部署）。对于第一种独立部署场景下，现有4G网络和未来5G网络是相互独立、互不干扰的两个网络。承载网可视业务需求和发展情况独立建设两张网，现有4G承载网可打造为精品承载网，用于4G、集团客户、NB-IoT等业务的综合承载，5G承载网定位于5G专用承载网。对于第二种非独立部署场景，适用于5G网络引入初期，网络中将长时间共存LTE终端和NR终端。因此5G网络在局部需求区域开始部署时，4G/5G融合部署的组网方式最能满足用户网络体验。这种情况下，UE支持双连接到4G/5G，4G LTE基站作为锚点，此时承载网可采用现网升级改造、4G/5G共承载的方式，也可以选择新建5G单独的承载网，实现4G/5G双平面承载。

5G承载网规划关键点

针对5G承载，无论是采用现有4G承载网升级改造，还是全面新建5G承载网，城域、核心汇聚和接入侧的规划重点有所不同，同时也要考虑一些新的网络功能特性部署。

接入层关注前传场景、大带宽、L3功能和超低时延转发

5G对承载网的最大影响在于接入层。接入层不仅要考虑到5G带来的带宽需求提升，还要考虑DU/CU集中以后带来的前传承载需求，以及其他关键功能，如L3调度和超低时延转发。现有4G承载接入设备难以满足以上特性需求，需要进行全面改造或新建。

接入设备需要提供10GE和25GE接口用于UNI侧接入，其中10GE为5G NR基站接口，25GE为AAU和DU之间的接口；线路侧需要提供40/50/100GE接口用于NNI侧组网。

5G移动回传RAN和核心网功能虚拟化、业务锚点的分布式部署、L3功能下沉等导致了业务流向趋于复杂，除南北向流量外（基站到核心网），东西向流量需求增强。因此，L3至边缘是5G承载接入设备必须具备的功能。

在5G时代，车联网、工业控制等垂直行业对时延要求非常苛刻，根据3GPP定义，uRLLC场景下空口时延低至0.5ms，而单向端到端时延不超过1ms，对回传网而言，时

延指标约为核心网处理时延的1/3，即100~150μs。虽然核心网媒体面会分布式下沉，但对于承载接入设备的低时延要求必不可少。因此，5G承载接入设备需要支持FlexE和TSN（时间敏感网络）以实现超低时延转发。

核心汇聚层关注大带宽能力和网络扁平化

4G阶段对于核心汇聚层线路侧带宽需求以N×10GE和100GE为主，5G阶段的线路侧带宽需求会超过400G，需要设备具备更高交换容量和提供更大线路侧带宽能力，满足5G海量带宽需求。

除了带宽需求，现有4G承载网在城域核心汇聚层均采用分层叠加OTN的组网模式，两层网络架构面临着建设成本高、机房资源紧张（空间不足、电源功耗大）、业务无法快速开通、网络保护和运维管理困难等问题。随着后续业务多样化、差异化发展，5G对网络功能提出了更高的要求，如超低时延、网络切片等，这些要求使得网络架构需要进行优化，通过一张网络实现多业务的综合承载，降低成本。因此，在5G阶段，传统分组叠加OTN组网和新型融合型设备组网，将有可能成为运营商建网的两种选择。

引入SDN，支持流量工程和网络切片

5G移动回传网将采用集中控制和转控分离架构，通过SDN控制器进行高效、按需的路由计算，只对存在连接关系的路由进行计算和下发，可实现接入层转发设备的L3功能，既能实现业务高效转发，又能大幅减轻设备性能压

力。同时，基于SDN控制器和流量监控器的智能调整能力，可实时优化网络来满足网络的动态变化，解决5G时代基站间的东西向流量和云间的交互连接模型越来越复杂、连接数越多越多的问题。

通过部署SDN控制器和基于FlexE的隔离特性，5G承载网可以提供网络切片功能，支撑5G不同场景业务既能在同一物理网络上承载，又能虚拟多张业务网络，独立管理，互不干扰。基于SDN的开放网络，还可以实现跨域（多厂商、不同区域）业务的快速开通和调整，简化网络管理和运维。

5G承载商用进程

5G承载网络的进展取决于5G产业链的推动进展和承载产业链的成熟度，包括标准、设备成熟度。

标准方面，2017年6月，在瑞士日内瓦召开的ITU-T SG15（国际电信联盟第15研究组）全会上，正式通过《支持IMT-2020/5G的传送网》（TRGS-TN5G）技术报告的立项及5G承载标准的研究计划，标志着ITU-T在5G承载标准研究上迈出了关键的一步。

设备成熟度方面，当前主流厂商早已发布5G承载解决方案，并可提供用于小规模外场试点的5G承载设备，满足5G承载功能性验证。预计2018年，5G承载产品将具备试商用条件，运营商将可建设小规模5G承载实验局，2019年5G承载产品将具备规模商用能力，满足2020年5G大规模商用部署需求。 ZTE中兴



5G 传送标准进展



张源斌
中兴通讯
标准预研工程师



占治国
中兴通讯
标准预研高级架构师



杨剑
中兴通讯
标准预研工程师

5G商用，传送先行。随着5G无线标准研究的深入，5G传送的标准研究工作也迫在眉睫。今年6月在瑞士日内瓦召开的ITU-T SG15全会上，中国移动、中兴通讯、中国信息通信研究院等中国企业和组织提交了多篇5G传送相关提案，积极推动5G传送标准的研究。与会专家认为传送网支持5G需求是非常重要的新课题，并在6月30日总结大会上正式通过《支持IMT-2020/5G的传送网（Transport network support of IMT-2020/5G）》（TRGS-TN5G）技术报告的立项及5G传送标准的研究计划。这标志着ITU-T在5G传送标准研究上迈出了关键的一步，也是中国企业推动5G传送标准研究的重大贡献。

5G传送相关的技术和标准涉及多个标准组织，包括ITU-T、IEEE、OIF等。ITU-T SG15研究5G传送的需求和解决方案；IEEE 802.1 TSN研究时延敏感网络的需求和解决方案，IEEE 1914研究5G前传的需求、网络架构及前传网络数据的封装映射；OIF主要研究FlexE的接口和链路技术；IETF Segment Routing工作组研究简化MPLS TE网络的信令协议，实现网络流量工程、快速倒换等业务功能。

FlexE

2015年1月的OIF会议上，OIF正式启动了Flex

Ethernet的工程，其主要目的是扩展标准以太网接口的功能，主要扩展以下3个功能：

- 绑定。通过绑定多个标准以太网接口来支持更大速率业务的传送，主要解决现有以太网中LAG协议低效率的问题。
- 通道化。将多个任意比特速率的以太网数据流复用在一起，通过标准的以太网接口进行传送。
- 子速率。提供一种简单的方法用标准的以太网接口传送灵活速率的以太网数据流。通道化强调FlexE Group的总带宽可以按需分成多个Channel，每个Channel分配一个client；子速率则强调可以传送低于Ethernet PHY速率的业务。经过1年多的研究讨论，FlexE IA1.0在2016年3月正式发布。

2016年11月，OIF启动了FlexE IA2.0技术的研究，主要内容包括支持绑定200GE以及400GE以太网PHY的技术，FlexE的时间同步技术等。中兴通讯积极参与了FlexE IA2.0主要技术点的研究，在OIF会议上提交多篇提案，促进了FlexE IA2.0标准的发展。目前FlexE IA2.0关键技术已讨论达成一致意见，预计在2018年第二季度正式发布。

在OIF会议期间，中兴通讯提交多篇使用FlexE技术实现5G传送的需求提案，会上讨论认为如果这些需求合理，可能会启动不同的项目来规范这些技术，为在OIF中开展5G传送研究打下了基础。

今年6月召开的ITU-T SG15全会上，中兴通讯的提案《FlexE层网络模型（FlexE layer network model）》在业界首次提出基于FlexE（Flexible Ethernet）的层网络模型架构，创新性地将当前仅限于链路的FlexE技术扩展为网络技术，定义了FlexE通道层和FlexE段层，以及相应的交叉连接、保护和OAM，为基于FlexE技术的5G传送标准研究奠定了基础。

FlexE层网络模型的提出，将FlexE链路技术扩展为网络层技术，从而满足端到端传送需求，包括：

- 66B path层：完成66B的交叉连接，客户业务的OAM插入/提取，保护等；
- 66B section层：与OIF定义的FlexE 1.0完全相同，完成速率适配、段层的OAM插入/提取、复用/解复用等。

超高精度时间同步

超高精度时间同步方面主要对增强型参考时间时钟（ePRTC，G.8272.1）、增强型参考时钟（eEEEC，G.811.1）、增强型同步以太设备从时钟（eEEEC，G.8262.1）的定时性能进行研究，包括频率精度、噪声产生、噪声容限（漂移和抖动容限）、噪声传递、瞬态响应和保持性能、接口要求等。随着LTE-A、基站COMP协作化、基站精细定位业务以及未来5G发展，对同步精度指标有了更高的要求，端到端指标提升为百纳秒级；对PRTC锁定模式下的时间误差和漂移要求更严苛，ePRTC在锁定模式下的时间误差应在30ns（即 $\max|TE|$ ）内或更好；PRC频率精度（长于一周）从之前的 10^{-11} 提高到 10^{-13} 。后续时间同步方面会继续对Partial timing support时间传输、增强SyncE和新的时间同步架构的定义（包括5G传送和前传网）、同步OAM和管理等方面研究。

NGFI/P.1914.1

IEEE1914.1于2016年2月启动，计划于2018年12月完成。研究移动前传业务传送架构（如基于以太网），包括用户业务、管理和控制平面业务；研究前传网络的需求和定义，包括数据速率、定时、同步、服务质量等。目前是0.3版本草案，后续主要工作在OAM、延时、网络管理、融合等方面的需求。

TSN

TSN（时间敏感网络）起源于AVB（音频视频桥）项目，后续逐渐增加在工业和汽车行业的用例，2012年改名为TSN，并且在2015年Interworking任务组和TSN任务组进行了合并。TSN任务的目标是通过以太网提供确定性的业务，例如确保业务传输是有边界的低时延、低抖动、极少的丢包。TSN的大部分标准制定接近尾声，后续重点集中在802.1CM、802.1Qcr和802.1Qcp等方面。

- 帧抢占

采用802.3br和802.1Qbu，将低优先级可以被抢占的数据分成较小的“区段”，让传输中高优先级的数据拥有比低优先级的数据更优先处理的顺序。这意味着高优先级的数据不必等待所有的低优先级的数据完成传送后才开始，从而确保更快速的传输路径。

- 帧复制和消除

采用802.1CB，用来保证丢帧率，确保关键流量的复本在网络中能以不相交的路径进行传送，对到达的两份数据进行合并和删除，从而实现无缝冗余。

- 流预留协议增强和性能改善

采用802.1Qcc，用于配置TSN的流量等级，比原有SRP协议提供了更多的增强功能；配置的方式有完全分布式、完全集中式和网络集中式/用户分布式。

Segment Routing

IETF Segment Routing工作组成立于2013年9月，研究简化MPLS TE网络的信令协议，通过IGP路由协议通告段标识构建指定路径转发，实现网络的流量工程、快速倒换等业务功能。Segment Routing数据面采用MPLS标签栈封装或者IPv6两种格式，兼容现有的MPLS网络转发或者IPv6网络，当前研究Segment Routing作为5G网络传送和网络切片的基础网络技术。

5G传送相关标准组织在低时延、大带宽、大连接、物理隔离、网络切片、高精度时间同步等方面的深入探讨和研究，必将为未来5G传送网的商用和部署提供有力的技术指引和可靠的技术保证。

超高速光传输网助力泰国True业务腾飞



王春艳
中兴通讯
承载网产品规划主管



戴成明
中兴通讯
承载网运营商产品方案经理

True于1991年由泰国正大集团出资成立，包含TrueMobile、TrueOnline、TrueVision三个子集团业务，分别主营移动、固网、付费电视业务。True目前已经发展为泰国第一大全业务运营商，第二大移动运营商，曼谷地区最大的宽带业务提供商。从2017年开始，True在全国范围内大面积推动FTTx建设，助力泰国迈向工业4.0时代。

True骨干网络面临的挑战及需求

近年来，随着4K超高清视频的推广普及，8K、VR/AR等新业务逐渐引入，移动网络从4G向5G演进，单位面积的接入速率将提升1000倍，政企专线业务颗粒向GE及以上转移，所有这些业务的快速增长催生了带宽增长的狂潮，同时给网络的容量及可靠性带来了巨大的挑战。

作为传输网络的核心，100G骨干DWDM网络已在全

球范围内大规模部署，未来骨干DWDM网络演进趋势将向超高速的200Gbps、400Gbps，甚至1Tbps发展。为应对即将到来的5G、大数据、大视频时代的挑战以及日益激烈的竞争，True急需通过引入新技术、新方案来升级其原有的10G/100G混传骨干DWDM系统，提升骨干网络容量及性能。True原有的骨干DWDM网络已部署将近10年，网络环境及设备组网复杂，直接改造现网难度大且风险高。同时由于泰国本地气候原因，网络断纤非常频繁，导致网络维护困难。因此，True拟通过新建骨干二平面的方式，针对现网出现的各种问题，更加科学地规划二平面网络，旨在提高骨干DWDM网络容量和性能的同时，提高网络可靠性，降低运维难度。

中兴通讯助力True骨干DWDM网络建设

True于2016年8月公开招标，面向前沿科技，关注新技术及产品性能，吸引了四大主流光传输通信设备提供商参与。通过长达4个月的技术PK，中兴通讯最终以业界领先的技术方案和产品，中标True骨干DWDM二平面项目4张网络中的3张：东北区（100G）、东区（200G）、中西区（200G）。

中兴通讯在该项目中采用优异的100G及超100G WASON方案，运用业界领先的PM-QPSK/PM-16QAM调制、相干接收、3rd SD-FEC、超强穿通能力的CD-F ROADM、高性能OTDR&GIS Map等关键技术，致力于为True打造独一无二的骨干DWDM精品网络，帮助True更好地适应未来的业务发展及后续演进。

● 超大容量网络

中兴通讯采用业界领先的200G PM-16QAM调制技术以及CD-F ROADM技术（未来可平滑升级至CDC-F ROADM），运用优异的WSS穿通解决方案，帮助True打造了全球首张基于37.5GHz频率间隔的骨干DWDM网络（东区、中西区），该网络可提供53波400G或106波200G，系统容量达到21.2Tbps，相比50GHz网络系统容量提升了25%。

得益于中兴通讯优异的第三代软判决技术以及完美的37.5GHz WSS穿通解决方案，在200G 16QAM带来频谱效率最大限度提升的同时，尽最大努力提升200G的传输性



能，在不增加电中继的情况下，为业务提供更多的路由选择，这在部署WASON的智能网络中格外重要，在保证网络可靠性的同时帮助True节省了成本。

● 高可靠性网络

中兴通讯在中标区域的1张100G网络及2张200G网络全网加载了WASON（波长自动交换光网络），结合Full-Mesh网络设计，使得光网络传输更为智能，智能倒换机制能够灵活应对各种突发网络状况，能有效减少高频断纤导致的业务中断时间，同时缩短了业务部署时间，增强了业务的生存性，提高网络资源利用率及网络调度效率。

● 方便快捷，至简运维

中兴通讯部署的OTDR&GIS Map功能以及APC（Automatic Power Control）功能，将帮助True降低运维难度，提高运维效率，降低OPEX。中兴通讯部署的嵌入式高性能OTDR&GIS Map功能，可全方位实时监控所有跨段光纤参数及故障点，通过与资源管理软件（QRun）的协同，当出现故障时，可在GIS地图上定位光纤故障点的实际物理位置，并实时将故障信息通知给网络维护人员，大大提高了网络的可维护性，大幅度减少了故障修复时间。

此外，该网络中部署的复用段层APO、通道层APO功能以及APR功能，提高网络可靠性和安全性的同时，大大降低了运维难度。

True新建的100G/200G骨干传输波分网络大幅度提升了网络容量，通过先进技术的运用，降低了运维难度，提升了运维效率，可靠的光传输网将推动True 3G/LTE、固网、宽带业务的腾飞。 ZTE中兴

使能全连接，加速数字化转型

——中兴通讯Cloud ServCore 5G核心网解决方案



黄燕
中兴通讯
虚拟化产品规划经理



武广维
中兴通讯
SDN/NFV高级架构师

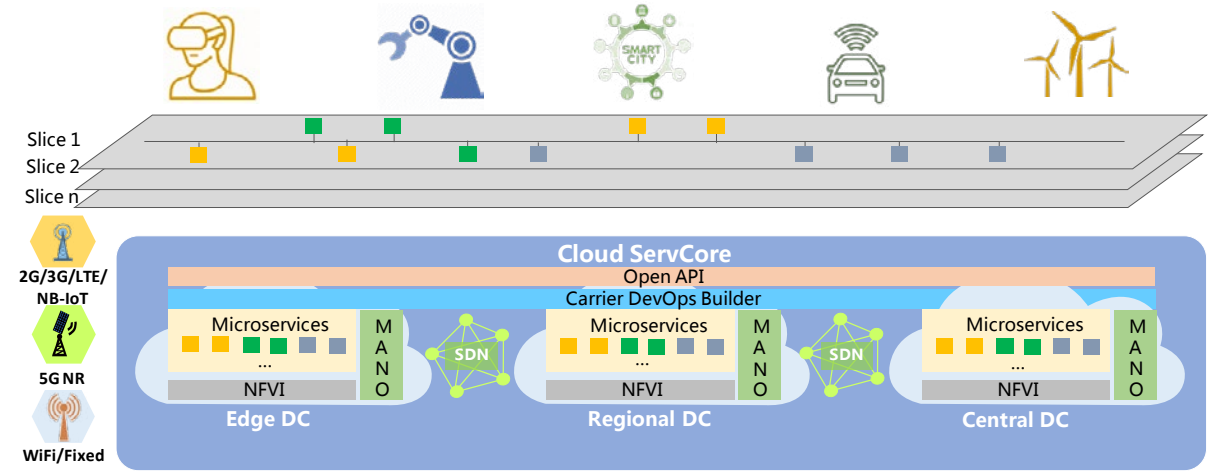


图1 5G目标网络：Cloud ServCore

在信息高速流通的当今社会，网络是人类生活中必不可少的组成部分。人与人联系的社会正朝着人与物、物与物联系的方向发展，5G时代即将来临。5G网络的发展给传统运营商网络带来了机遇和挑战，主要体现在以下几个方面：

- 业务需求井喷，开发缓慢：移动互联网、5G带来的万物互联，连接数量和连接种类急剧增加，定制化程度越来越高，传统的封闭业务开发模式无法满足用户快速定制化的需求。
- 网络架构复杂，运维困难：传统通信网络基于垂直式架构，专用硬件、专用软件，紧耦合。万物互联带来的新兴行业的兴起，对网络资源的差异化需求，使得现有网络架构无法做到灵活应变，网络规划、建设和运维越来越复杂。
- 传统网络封闭，不利创新：5G时代，用户需求具有综合性、多样化等特点，任何信息服务提供商都很难提供全部的信息服

务，任何信息服务提供商都很难提供全部的信息服

务和企业的互利共赢。
中兴通讯Cloud ServCore解决方案，基于SDN/NFV技术和面向5G的开放网络架构，帮助运营商进行网络重构，采用微服务和切片方式的水平解耦架构，为用户提供更快的速率，为服务提供商提供更灵活的业务部署，为运营商优化管道资源、提高资源利用率、智能运营，促进运营商数字化转型，构建开源开放的网络生态系统，促进业务创新，开拓并创建新的商业价值。重构后网络架构如图1所示。

中兴通讯Cloud ServCore解决方案主要包括：云原生、按需切片、智能运维、MEC边缘计算。

云原生：构建全面云化的基石

云原生是5G核心网网络架构的基础。面向服务的Cloud ServCore解决方案采用NFV云原生架构，基于微服务思想，以容器技术为载体，打破网元边界，将所有功能拆分成细粒度微服务组件，根据需要积木式快速搭建网络功能，实现软件分布化。

基于Cloud Native的核心网具备以下4个特征：

- 微服务架构：采用“高内聚，低耦合”的设计思路，

云原生是5G核心网网络架构的基础。面向服务的Cloud ServCore解决方案采用NFV云原生架构，基于微服务思想，以容器技术为载体，打破网元边界，将所有功能拆分成细粒度微服务组件，根据需要积木式快速搭建网络功能，实现软件分布化。

将应用分割成一系列“单一业务功能”的细小服务，运行于独立的进程中，服务之间采用轻量级通信机制（如HTTP/REST）沟通配合实现完整的应用。

- 自服务：从蓝图设计、资源调度编排到生命周期管理、应用状态监控、控制策略更新等多个环节实现高度自动化和闭环反馈机制，业务一键部署安装，全面自治。
- 轻量级虚拟化：云原生应用可以在容器中部署，具备快速弹缩、轻量级、高性能等优势，实现资源利用率的提升和业务的快速交付、敏捷维护。
- 无状态：Cloud ServCore采用无状态分层设计，用户和会

话信息统一存放在数据共享层，应用与数据分离，实现快速的网络弹性、故障恢复等。

Cloud ServCore核心网网络架构，能力被原子化、组件化，促进业务灵活部署；实现C/U分离，有效提升用户体验；通过自服务机制，实现资源自治；服务组件的无状态设计，促进业务快速自愈。

按需切片：满足多样化商业需求

不同的应用场景对网络的移动性、安全性、时延、可靠性、计费需求是不同的，5G核心网为特定的业务和网络场景提供定制的网络切片服务。

Cloud ServCore解决方案实现“网络切片即服务”，根据不同的业务需求，在统一的底层物理设施基础上通过虚拟化生成相应的网络拓扑以及网络功能，为每一个特定业务类型生成的一系列网络功能的组合即为一个网络切片。

在物理上，每一个网络切片运行在统一的网络基础设施，可以大大降低多个不同业务类型的建网成本；在逻辑上，每一个网络切片又是隔离的，从而满足每一类业务功



网络切片端到端管理解决方案： CloudStudio（EEO）



郭益军
中兴通讯
电信云及核心网MANO产品总工

能定制、独立运维的需求。

Cloud ServCore解决方案支持“独立切片”，为特定用户群提供独立的端到端专网服务或部分特定功能服务，如NB-IoT、eMBB、企业网；支持“共享切片”，其资源可供各种独立切片共同使用，典型应用场景包括共享的vEPC+GiLAN业务链网络、MVNO等。

DevOps：实现智能运维

DevOps可以降低研发、运维与运营部门的沟通成本，提升研发效率，缩短应用上线时间，提升运营商市场竞争力，降低运营商CAPEX和OPEX。

基于大数据分析的策略闭环控制DevOps系统，为VNF/NS开发者或运营商服务设计人员提供从开发设计到部署托管的全生命周期DevOps服务，支持运营商以及合作伙伴向未来敏捷交付的DevOps模式转型，使网络具备自优化以及自愈能力，加速了运维自动化进程。通过“设计-部署-运行-分析-再设计”这种自我进化的能力不断优化客户体验和网络。未来引入人工智能和机器学习实现智能策略预测，进一步加强运营运维的智能化体系构建。

MEC技术：提升用户体验

MEC将虚拟化业务平台引入无线网络中，有效实现业

务锚点下沉，缩短业务响应时间，同时将计算能力下沉到移动边缘节点，利用边缘节点本地内容和实时信息，更快地分发和下载网络业务、服务及应用，从而有效缓解移动核心网的压力，改善电信服务环境，让用户享有更高质量网络体验。

开源开放，共建5G生态圈

截至2017年二季度，中兴通讯Cloud ServCore已在全球部署了240多个商用网络和试验局。

2016年，中兴通讯与跨国运营商VEON合作，承建了目前业界最大规模跨5个国家的vEPC商用网络。知名咨询公司Ovum发布的“Digital Transformation and the Role of the Virtualized Core Network”白皮书，专门将VEON vEPC项目作为经典案例进行研究和推荐。

2016年6月，英国伦敦召开的5G World Summit 2016全球峰会，将“最佳核心网产品”大奖授予中兴通讯vCN云化核心网产品，用以表彰中兴通讯在新电信时代，作为未来网络倡导者、领先者的勇敢探索和卓越成果。

中兴通讯是5G全球技术和标准研究活动的主要参与者和贡献者。中兴通讯积极参与5G标准的讨论制定，目前已经加入40多个标准化组织、联盟和论坛，是ITU、3GPP、IEEE、NGMN、中国IMT2020（5G）推进组等国际标准组织/行业联盟的成员，致力于打造开放共赢的5G产业生态圈。 ZTE中兴

5G时代运维管理新需求

5G时代将出现丰富多样的应用场景，而这些应用场景有着不同的移动性、安全、时延、可靠性等要求，难以通过一张网络来满足。5G引入网络切片概念，通过切片技术，将一个物理网络切分成提供不同网络功能、相对独立的逻辑网络，用于满足不同应用场景和多样化的商务模式。

为了快速满足多样化的用户需求，需要引入一个全新的运维运营系统，支持切片的快速部署以及运维，实现高效运维运营。该全新的运维管理系统必须具备以下能力：

- 网络切片的按需定制能力

5G系统需要满足多种应用场景，管理域可根据不同行业用户需求，进行定制化的通信服务设计，并且通信服务可以快速提供，支撑业务快速上线。

- 网络切片自动化部署

根据用户的业务和订购以及SLA（Service-Level Agreement）要求，自动完成网络切片的部署，实现用户业务的快速交付。

- 切片智能运维

基于分析器、策略引擎、编排器以及控制器构成的自动化闭环，实现网络自优化以及故障自愈，提高运维效率，降低运维成本。

- 端到端监控和协同

纵向支持业务层、网络层、资源层的监控和协同；横向支持跨RAN、传输、核心网、APP等不同领域的监控和协同，提供实时的切片状态监控，并通过自动化协同，保障网络的服务质量；支持切片跨不同运营商和服务提供商场景下的管理，满足不同商务模式要求。

- 能力开放

提供Open API以及自助门户，允许用户进行DIY，快速响应用户定制化需求。

CloudStudio（EEO）方案架构

中兴通讯作为全球领先的通信解决方案提供商之一，基于对电信领域的深刻理解和多年经验积淀，推出CloudStudio（EEO，End to End Orchestrator）综合解决方案。方案不仅支持当前传统和虚拟化混合网络管理，同时具备未来5G网络切片管理能力。CloudStudio（EEO）架构

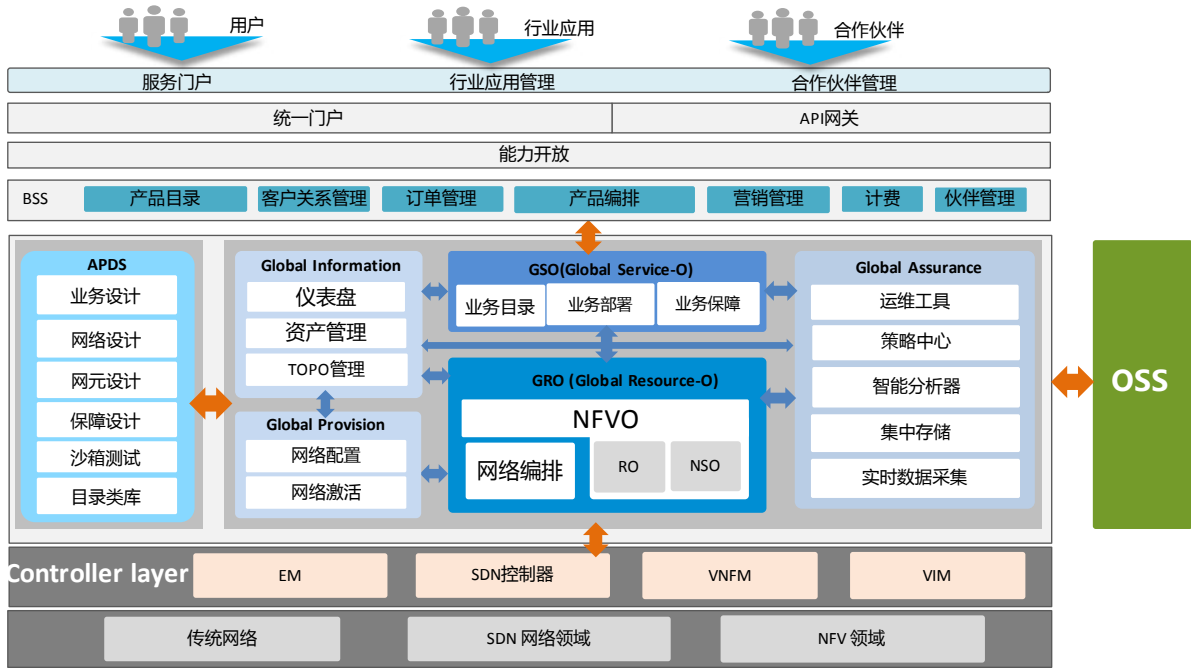


图1 CloudStudio (EEO) 架构

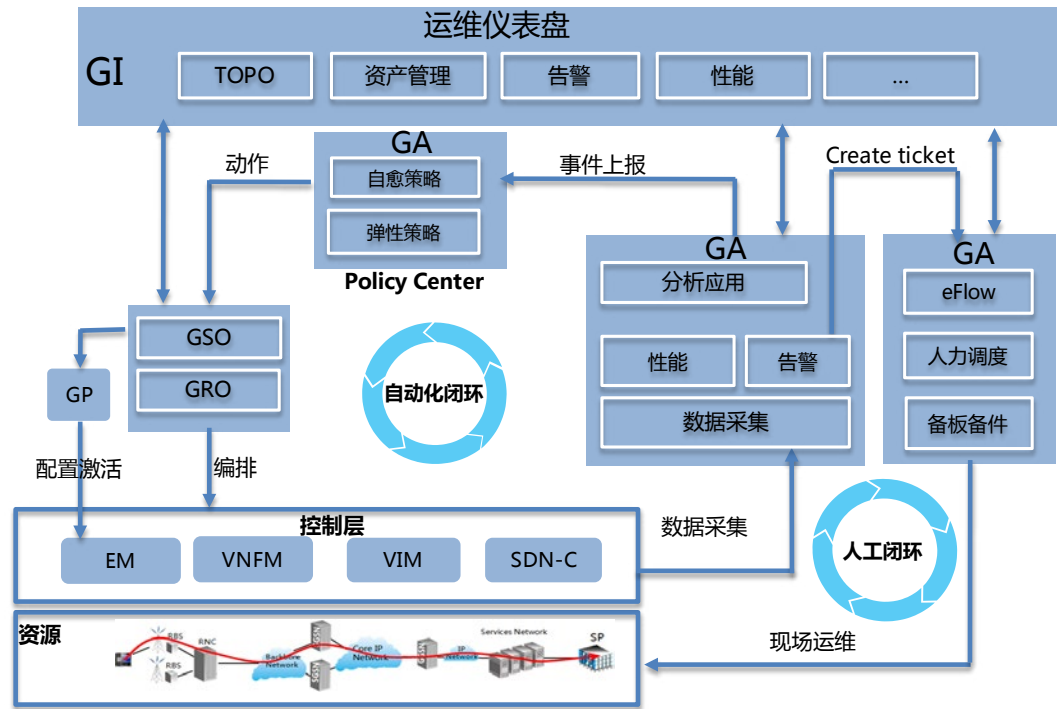


图2 CloudStudio (EEO) 智能运维架构

如图1所示。

CloudStudio (EEO) 主要包含六大功能子系统。

- 规划设计套件 (APDS)：主要负责网络切片生命周期管理中的规划和测试验证工作，提供业务、网络切片、运维保障策略的设计功能，以一套完整的工具链支撑切片的敏捷开发。
- 全局信息管理 (GI)：主要负责全网统一的资源和资产管理，提供全局、实时的网络切片拓扑和状态监控。
- 全局配置激活 (GP)：负责业务和网络功能的配置激活，支撑业务的快速开通。
- 全局业务编排 (GSO)：主要负责通信业务的生命周期管理，处理用户的业务订购请求，并协同GRO、GP、GA等子系统，实现用户业务的自动化开通和保障。
- 全局资源编排 (GRO)：主要负责面向资源的编排和部署，包括NFV编排、SDN编排。
- 全局保障系统 (GA)：主要负责业务和网络的运维保障，包括集中数据采集、统一数据存储、集中监控中心、智能分析中心、智能策略中心和电子运维工具等

功能组件，形成高效的网络和业务保障系统、高级分析系统和智能运维系统。

切片全生命周期管理

CloudStudio (EEO) 提供切片DevOps，支撑切片从设计、开通部署到运维的全生命周期管理，实现用户业务的快速交付。

切片设计

CloudStudio (EEO) 的APDS开发套件为切片开发提供完整的工具链，支撑切片的快速发布。

- 灵活的信息模型可以描述不同切片以及切片生命周期管理流程；
- 友好的图形化界面、拖放式设计模式，丰富的切片模板，支持切片模型快速生成；
- 自动化测试工具和测试沙箱环境实现切片验证的自

动化；

- 自助门户支持用户和合作伙伴进行DIY，有利于快速满足用户多样性需求。

切片开通部署

CloudStudio (EEO) 基于E2E编排系统，根据用户的业务类型和SLA要求，提供网络切片的全自动化开通，实现分钟级的业务交付，极大提升用户满意度。

- E2E编排系统和配置激活、保障及全部资产管理系统协同，完成切片的自动化部署开通；
- E2E编排系统具备资源状态感知能力，并根据事先定义的策略，具备自我决策的能力，真正实现Zero-Touch；
- 部署过程中根据用户业务的SLA要求逐级进行SLA指标分解，向用户交付满足其要求的业务；
- 支持跨管理域（多运营商/服务提供商）切片的部署，满足不同商务场景需求。

智能运维保障

CloudStudio (EEO) 提供高效运维保障，以自动化闭环运维为主，人工运维为辅，减少运维方面的资源投入，聚焦业务创新和用户（见图2）。

- 提供实时的资产状态视图，包括切片的拓扑、切片健康状况以及SLA指标，实时掌握控全网状况，有利于资源的优化使用；
- 实时分析系统、大数据分析系统以及人工智能系统实时感知网络状态，和编排系统协同，实现故障自愈，以及网络自适应，简化运维；
- 对于需要人工干预的运维操作，保障系统支持自动派单，通过工单系统驱动各部门的协作，实现人工运维闭环。

CloudStudio (EEO) 提供从设计、部署到保障的端到端切片管理方案，极大提升了运营商的业务创新和交付能力，支撑运营商的高效运维运营。 ZTE中兴

智能引领未来，

中兴通讯ZENIC SDON软件定义光网络解决方案



王迎昌
中兴通讯
SDN产品策划主管



当前电信网络面临一系列新形势，既有传统网络静止封闭、网络越来越复杂、OTT全面渗透的新挑战，也有业务云化、万物互联、5G超高带宽超低时延的新需求。新形势下传统网络模式难以

为继，网络架构急需变革，以云计算、SDN/NFV为主的新架构推动全球运营商开始规划新一轮的网络架构重构。

运营商网络重构趋势

SDN诞生打破了网络领域的沉寂，10年的演进使得SDN Gartner曲线已步入成熟期，如今已启动现场试验和早期商用。同时，国内外主流运营商也制定了基于SDN/NFV技术的未来网络发展架构。AT&T提出了Domain 2.0架构，结合SDN、NFV、ECOMP实现了“用户定义业务”；沃达丰通过SDN/NFV构建FMC，实现网络共享；中国移动提出的新一代网络NovoNet，核心架构是以TIC（电信集成云）为基础组件的数据中心互联网络，结合SDN和NFV，实现网络功能软件化、资源共享化、网络可编程；中国联通引入SDN、NFV、云等新技术，实现网络架构的重构，提供多种新的应用服务场景，体现云网协同、按需随变以

及弹性灵活的立体化网络优势，实现“网络即服务”的理念；中国电信CTNet面向2025年的目标网络架构从功能层划分，将由“基础设施层”“网络功能层”和“协同编排层”三个层面构成，为客户提供“可视”“随选”“自服务”的网络能力。

中兴通讯ZENIC SDON解决方案

在网络业务需求不断变化的新趋势下，光传送网对SDN化升级的需求越来越迫切。

WDM/OTN光网络集中、智能管控

ZENIC SDON实现对WDM/OTN的全方位控制管理，结合设备特性具备器件可编程、节点可编程、网络可编程能力。器件可编程实现对光收发器调制模式的灵活、自动选择；节点可编程基于通用信元交换平台实现传送容器大小、交换力度、光路资源的合理分配；网络可编程提供不同服务类型和质量的连接。

SLA差异化服务能力

传统光网络只能提供静态配置的一次断纤保护能力，

不具备业务多次故障自动重路由能力。ZENIC SDON智能光网络实现了全网资源的集中控制，具备业务自动恢复能力。基于OTN电交叉可实现电层业务的自动调度，基于ROADM可实现光层业务的自动调度，同时支持光电两层的协同调度。SLA差异化业务可根据不同需求，自定义设置保护策略，提高了业务安全性、灵活性。

按需业务提供

ZENIC SDON提供按需业务BoD、PoD、OoD，支持L3/L2/L1/L0多层业务快速部署，业务部署时间由数天、数小时降为数分钟、数秒，资源利用率、业务性能得到大幅提升。按需带宽BoD提供实时或预约带宽按需调整功能，充分利用OTN管道资源，同时应对突发流量；按需性能可根据业务不同时延需求、传输质量、SLA业务等级提供差异化服务；按需优化提供拓扑改变后的路由优化、流量均衡、策略在线调整功能。

光虚拟专网、网络切片

OVPN+创新方案可为集团客户提供虚拟专网实现自助式服务，同时向集团客户提供更高等级的安全保障。在集团客户租用网络故障的情况下，OVPN+自动分配额外的网络资源保证集团客户通信正常，从而提升集团客户体验，减少运营商运维工作量。同时OVPN可实现网络切片，网络切片可以给不同的业务分配不同的网络资源，充分利用网络资源，同时对业务的带宽、时延等进行精确控制。

IP+光协同，提升网络价值

IP+光协同采用“管道资源池化”的创新方案，传输网络作为资源池，IP层业务按照自身的实际需求申请和释放网络资源，具备以下优势。

- 资源池化，成本最优：管道资源池化，根据流量大小实时动态调整管道资源，网络资源的利用率从原先20%~30%提升到60%~80%，降低CAPEX。
- 弹性资源，网随云动：承载网整体作为一个资源池，

按需提供。网络带宽随着业务的需求自动化伸缩。

- 资源可视，量化投资：承载网作为整体的资源池被量化、统计，网络资源一目了然。根据资源需求变化，分析趋势，量化投资，进一步降低CAPEX。
- 优化网络，减少时延：基于SDN架构，引入层次化SDN控制器，自动对IP网络和光网络资源池进行联合规划、统一调度，输出多层最优路径；跨层网络资源协同、优化网络层次、减少网络跳数、减少时延，必要时光层直通，满足5G等超低时延业务需求。
- 极简运维，提升效率：一键式业务开通，APP上构造任意拓扑，L0到L3一次性零配置开通，业务开通时间从平均2周缩短到2分钟；多层拓扑视图，1秒钟内在一个视图中快速定位全网物理故障；零配置资源恢复，业务不受任何影响。
- 协同保护，坚强网络：vPIPE共享冗余资源，所有用于故障恢复的资源通过共享的方式按需提供；高可靠性业务，端到端1+1备份，主备业务路径建立时避免使用相同的SRLG（共享风险链路组），主备路径完全分离。

运维能力提升

ZENIC SDON支持网络规划工具、维护工具、巡检工具、评估优化工具数据共享，实现网络在线规划、光纤智能割接，并针对全网资源优化和碎片整理，提高资源利用率和承载能力，进而实现网络管理和运营自动化。

ZENIC SDON实践及探索

光传输网络的SDN化经历了2014年的概念验证、2015年的现场试验，目前正处于试商用阶段，逐步迈向商用阶段。2016年，SDN/NFV产业联盟组织国内外运营商、设备厂商讨论制定传送网SDON相关技术规范和测试规范，并完成了试验验证。2017年，在标准、规范进一步完善的基础上，国内外运营商将展开深入验证，为正式商用奠定基础。 ZTE中兴



Leading 5G Innovations